RIDaNaM
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Ingeniería Agronómica

Estudiante
Laura Glenda Vassallo

Comportamiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) en respuesta a la aplicación de abono orgánico tipo bokashi en suelos rojos profundos de la localidad de Eldorado, Misiones (Argentina)

Trabajo integrador final presentado para obtener el título de "Ingeniera Agrónoma"

Orientador
Ing. Agr. Franco Ramiro Villalba
Co-Orientadora
Ing.Agr. Noelia Mariana Rivaldi

Diciembre 2024

Eldorado (Misiones, Argentina)

Esta obra está licenciado bajo Licencia Creative Commons (CC) Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

rid.unam.edu.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

TRABAJO INTEGRADOR FINAL

Comportamiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) en respuesta a la aplicación de abono orgánico tipo bokashi en suelos rojos profundos de la localidad de Eldorado, Misiones (Argentina)

Estudiante
VASSALLO, Laura Glenda

Orientador
Ing. Agr. VILLALBA, Franco Ramiro

Co-orientadora
Ing. Agr. Rivaldi, Noelia

Eldorado Argentina

DICIEMBRE de 2024

Autora VASSALLO, Laura Glenda: Estudiante de Ingeniería agronómica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* glendavasallo@gmail.com

Orientador VILLALBA, Franco Ramiro: Profesor Adjunto de la asignatura Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* franco.villalba@fcf.unam.edu.ar

Co-orientadora Rivaldi, Noelia: Profesor Adjunto de la asignatura Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* noelia.rivaldi@eae.unam.edu.ar

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN 8
1.INTRODUCCIÓN 10
2. HIPÓTESIS 13
3. OBJETIVO GENERAL 13
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
5. MATERIALES Y MÉTODOS 14
5.1 Localización del área de estudio 14
5.2 Caracterización climática y edáfica del sitio 14
5.2.1. Clima 14
5.2.2 Suelo 14
5.3 Análisis integral del suelo. 14
5.4 Tratamientos, diseño y análisis experimental 15
5.5 Elaboración y dosis del abono orgánico 18
5.6 Establecimiento y mantenimiento del cultivo. 18
5.7 Medición de rendimiento, materia seca y cálculo de tasas de crecimiento. 19
5.8 Análisis estadístico 20
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21
6.1 Materia seca 21
6.2 Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) 23
6.3 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) 25
6. 4 Rendimiento 28
7. CONCLUSIÓN y RECOMENDACIÓN 30
8. BIBLIOGRAFÍA 31
9. ANEXO 36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características químicas iniciales del suelo. 15
Tabla 2. Composición mineral del bokashi 16
Tabla 3. Fecha de recolección de muestras y días después del trasplante……..19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Unidad experimental (UE). 17

Figura 2. Croquis de la parcela de ensayo de un diseño en bloque completamente aleatorizado. 17

Figura 3. Acumulación de materia seca (g) de Beta vulgaris var cicla en función de las variedades de Acelga (Penca Blanca: rojo y Penca Verde: azul) en las diferentes fechas de muestreo……22

Figura 4. Materia seca (g planta^{-1}) de *Beta vulgaris* var cicla en función de las dosis de abono y las cuatro fechas de muestreo. A) Variedad Penca Blanca B) Variedad Penca Verde. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 5. Tasa de Crecimiento Absoluto de *Beta vulgaris* var. cicla en función de dos variedades (Penca Blanca y Penca Verde). 24

Figura 6. Comportamiento de la TCA en *Beta vulgaris* var. cicla en función de las distintas dosis de abono orgánico utilizadas A. Variedad Penca Blanca B. Variedad Penca Verde 24

Figura 7. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) de *Beta vulgaris* var. cicla en las variedades Penca Blanca y Penca Verde. 26

Figura 8. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativa (g g^{-1} dia^{-1}) en *Beta vulgaris* var. cicla en función de las dosis de abono. A. Variedad Penca Blanca B. Variedad Penca Verde..... 27

Figura 9. Comportamiento del rendimiento (g planta^{-1}) de *Beta vulgaris* var. cicla en función de las dosis de abono, medido el 24 de enero. 29

Figura 10. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la primera fecha de muestreo" ……...36

Figura 11. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"…….36

Figura 12. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la tercera fecha de muestreo"……36

Figura 13. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"…….36

Figura 14. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo"……...37

Figura 15. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"……...…37

Figura 16. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo"…….....…37

Figura 17. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"……...37

Figura 18. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo"……...38

Figura 19. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"……...38

Figura 20. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable de pendiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo"……...38

Figura 21. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"……...38

Figura 22. Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Rendimiento (g $planta^{-1}$)"……...39

Figura 23. Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g $planta^{-1}$)" en la primera fecha de muestreo……...39

Figura 24. Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g $planta^{-1}$)" en la segunda fecha de muestreo……...40

Figura 25. Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g $planta^{-1}$)" en la tercera fecha de muestreo……...41

Figura 26. Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g $planta^{-1}$)" en la cuarta fecha de muestreo……...42

Figura 27. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g $día^{-1}$)" en la primera fecha de muestreo……....43

Figura 28. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g $día^{-1}$)" en la segunda fecha de muestreo……....44

Figura 29. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g $día^{-1}$)" en la tercera fecha de muestreo……..45

Figura 30. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g $día^{-1}$)" en la cuarta fecha de muestreo……..46

Figura 31. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo……47

Figura 32. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo……48

Figura 33. Análisis estadístico con el Software R, de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo" en la segunda fecha de muestreo, para determinar la interacción específica entre la dosis y
variedad……..49

Figura 34. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo……53

Figura 35. Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g $g^{-1}dia^{-1}$)" en la cuarta fecha de muestreo……...54

Figura 36. Análisis estadístico de la variable dependiente “Rendimiento (g planta^{-1})” en la cuarta fecha de muestreo. …….55

RESUMEN

La acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) es una hortaliza de importancia entre los horticultores de la provincia de Misiones. Se evaluó el efecto de diferentes dosis de bokashi, un biopreparado rico en materia orgánica, en el crecimiento de dos variedades de acelga en Eldorado, Misiones. Se empleó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 32 unidades experimentales. Las dosis de abono orgánico se ajustaron para aportar cuatro niveles: 0% (D0), 50% (D1), 100% (D2) y 150% (D3) de la dosis de nitrógeno recomendada (100 kg ha^{-1}). Se evaluaron las variedades Penca Blanca y Penca Verde. La recolección de muestras se llevó a cabo en cuatro fechas: el 6 y el 20 de diciembre del 2022 y el 3 y el 17 de enero de 2023. Las variables medidas fueron materia seca, tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento relativo (TCR) y peso fresco, este último medido una única vez el 24 de enero de 2023. Los resultados indicaron que la variedad Penca Verde superó a Penca Blanca en acumulación de materia seca y tasa de crecimiento absoluto (TCA) en las segundas y terceras fechas de muestreo. Una tendencia similar se evidenció en la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), especialmente en la segunda fecha de muestreo, donde se encontró una interacción estadísticamente significativa entre Penca Verde y la dosis más alta de abono orgánico (D3). Las dosis más altas de bokashi (100% y 150% de la dosis recomendada) mostraron la mayor acumulación de materia seca y tasas de crecimiento, aunque no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Se recomienda priorizar el cultivo de la variedad Penca Verde en sistemas de producción sostenible y seguir investigando el uso de dosis más altas de bokashi.

Palabras claves: Enmienda orgánica, Crecimiento vegetal, Hortalizas de hojas.

SUMMMARY

Chard (Beta vulgaris var. cicla) is an important vegetable among gardeners in the province of Misiones. The effect of different doses of bokashi, a biopreparation rich in organic matter, on the growth of two varieties of chard in Eldorado, Misiones, was evaluated. A bifactor design was used in completely randomized blocks with eight treatments and four repetitions, totaling 32 experimental units. The organic fertilizer doses were adjusted to provide four levels: 0% (D0), 50% (D1), 100% (D2) and 150% (D3) of the recommended nitrogen dose (100 kg ha-1). The Penca Blanca and Penca Verde varieties were evaluated. Sample collection was carried out on four dates: December 6 and 20, 2022 and January 3 and 17, 2023. The variables measured were dry matter, absolute growth rate (AGR), growth rate relative (RGR) and fresh weight, the latter measured only once on January 24, 2023. The results indicated that the Penca Verde variety surpassed Penca Blanca in dry matter accumulation and absolute growth rate (AGR) on the second and third sampling dates. A similar trend was evident in the Relative Growth Rate (RGR), especially on the second sampling date, where a statistically significant interaction was found between Penca Verde and the highest dose of organic fertilizer (D3).The highest doses of bokashi (100% and 150% of the recommended dose) showed the highest dry matter accumulation and growth rates, although no significant differences were observed between treatments. It is recommended to prioritize the cultivation of the Penca Verde variety in sustainable production systems and continue investigating the use of higher doses of bokashi.

Key words: Organic amendment, Plant growth, Leafy vegetables.

1. INTRODUCCIÓN

En Argentina, se dedican aproximadamente 600.000 hectáreas a los cultivos hortícolas (GALMARINI, 2018). Esto se traduce en una producción nacional de alrededor de 7 millones de toneladas de hortalizas al año, lo que genera una demanda de unos 10 millones de jornales anuales (SAGPyA, 2020). El 70% del consumo total de las quince hortalizas principales se concentra en solo cuatro especies: papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.) y zapallo (*Cucurbita máxima* Duschense in Lam.) (FERNÁNDEZ-LOZANO *et al*., 2018). Este patrón de consumo coincide con lo relatado por GALMARINI (2018) quien afirma que el 85% de la producción nacional corresponde a especies como ajo *(Allium sativum* L.), batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.,), cebolla, garbanzo (*Cicer arietinum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), papa, pimiento (*Capsicum annuum* L.), poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), tomate, zanahoria *(Daucus carota* L.) y zapallo. Este panorama hace necesario fortalecer estrategias para diversificar la dieta de hortalizas y mejorar la calidad de vida de la población (FERNÁNDEZ-LOZANO *et al*., 2018).

Las hortalizas de hoja, tales como la lechuga, la acelga (*Beta vulgaris* var cicla L.), la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y el repollo (*Brassica oleracea* L.), son aquellas cuyas partes comestibles incluyen tanto las láminas como los pecíolos de las hojas (HERMOSILLA y ALBORNOZ, 2023). En relación con la comercialización, el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA), se destaca por manejar el 17% del volumen total nacional de frutas y hortalizas, posicionándose como un referente nacional. Entre las principales hortalizas de hojas comercializadas la acelga ocupa el segundo lugar de importancia con el 26%, después de la lechuga. Durante el año 2018, en el MCBA se comercializó mensualmente un total de 36.600 toneladas de las principales hortalizas de hojas (CASTAGNINO *et al*. 2020).

La acelga es cultivada principalmente por sus hojas comestibles (BOELCKE, 1992). En cuanto a su morfología, la acelga es una planta herbácea bianual con raíz bastante profunda y fibrosa. Sus hojas, de color verde, son arrosetadas, oblongas y enteras, pudiendo alcanzar más de 50 cm de largo. Estas hojas están sostenidas por peciolos anchos, gruesos y blanquecinos que se extienden hasta el limbo (DIMITRI, 1987). Un análisis cuantitativo revela la rica composición de la acelga, ofreciendo una visión detallada de sus componentes orgánicos y minerales por cada 100 gramos de material crudo. En particular, la acelga está principalmente compuesta por agua, representando el 92,70% de su peso total. Además, contiene pequeñas pero significativas cantidades de otros nutrientes, como nitrógeno total (0,29%), proteínas (1,80%), grasas (0,20%),

carbohidratos (2,90%), almidón (2,30%) y azúcares totales (0,60%) (SALUNKHE y KADAM, 2004).

En la Provincia de Misiones, la producción hortícola se ha consolidado como una actividad económica crucial para los productores minifundistas, quienes cubren solo una pequeña fracción de la demanda local (OVIEDO, 2016). Según el último Censo Nacional Agropecuario, en Misiones se registraron 1.621,5 hectáreas de cultivos hortícolas, excluyendo la mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) y un total de 1.274 explotaciones minifundistas (INDEC, 2018). Aproximadamente el 70% del volumen de hortalizas producido en Misiones se comercializa a través del Mercado Central de la región, mientras que el resto se distribuye mediante Ferias Francas y Mercados Zonales. Las cifras oficiales del Mercado Central de Misiones, indican una producción anual de 3.250.815 kilogramos de hortalizas. Esto indica que solamente el 20% de las hortalizas consumidas en la región son de producción local y el porcentaje faltante proviene de otras regiones. Cabe destacar que no se especifica la metodología utilizada para medir estas cifras, y tampoco se dispone de datos más representativos sobre la producción total de hortalizas en la provincia (MINISTERIO DEL AGRO Y DE LA PRODUCCIÓN, 2017). Dado que las hortalizas de hojas tienen una alta perecibilidad debido a factores biológicos y ambientales, la producción local se vuelve crucial para reducir los costos de almacenamiento y transporte, garantizando así productos más frescos y de mejor calidad para los consumidores (HERMOSILLA y ALBORNOZ, 2023). De 152 productores encuestados para caracterizar la cadena hortícola en Misiones, solo el 12% se especializa en un único cultivo; la mayoría cultiva más de una especie hortícola, con la acelga presente en el 32% de las explotaciones (CFI, 2021).

Un fertilizante es cualquier producto que, al ser añadido al suelo o aplicado a las plantas o a sus partes, proporciona directa o indirectamente los elementos necesarios para la nutrición de las plantas y fomentar su desarrollo. Estos productos pueden ser de naturaleza inorgánica (fertilizantes químicos), orgánica o biológica (SAIJ, 1973). Los fertilizantes orgánicos están compuestos de materiales que se descomponen gradualmente en el suelo, liberando nutrientes de manera lenta y sostenida (CAPA MORA, 2015). Según NAVARRO GARCÍA y NAVARRO GARCIA (2023) los fertilizantes químicos son sintéticos y están compuestos de nutrientes en forma mineral, generalmente obtenidos a través de procesos industriales. Estos nutrientes están disponibles de manera inmediata para las plantas, pero pueden lixiviarse del suelo más fácilmente en comparación con los fertilizantes orgánicos.

Por otro lado, una enmienda es cualquier sustancia o mezcla de sustancias de carácter inorgánico, orgánico o biológico que, al incorporarse al suelo, modifica favorablemente sus

características físicas, químicas o biológicas. Esto es sin tener en cuenta su valor como fertilizante (SAIJ, 1973). El bokashi es una de estas enmiendas y es conocida por ser rica en materia orgánica y microorganismos beneficiosos. Se produce a través de un proceso aeróbico que transforma desechos orgánicos mediante el uso de una fuente de energía, como la melaza, para acelerar la oxidación durante una fase termofílica (entre 45 y 65 °C) (ÁlLVEZ-SOLÍS et al., 2016; HATA et al., 2020). Para su uso en la producción primaria, el bokashi debe ser registrado en el SENASA (SAGyP, 2011).

Distintos estudios han abordado el desarrollo de la acelga con enmiendas como el bokashi y vermicompost. En un estudio realizado por BRAVO REZABALA (2015) se evaluó el cultivo de cuatro hortalizas utilizando diferentes abonos orgánicos como el vermicompost y el bokashi. Se llevaron a cabo experimentos con la aplicación de 6 kg m^{-2} de vermicompost, 6 kg m^{-2} de bokashi, una combinación 50-50 de ambos abonos, y un grupo control sin abono. Los resultados más favorables se observaron en el grupo que recibió la combinación de vermicompost y bokashi, donde se destacó la producción de acelga con 56,06 kg bajo este tratamiento, en comparación con los 20,66 kg obtenidos en el grupo sin abono. BENITES GARCIA y VIZUETE CORRALES (2023) llevaron a cabo una investigación para evaluar la aplicación de diferentes dosis de vermicompost en cultivo de acelga. Las dosis utilizadas fueron de 0,34 kg m^{-2}, 0,69 kg m^{-2} y 1,04 kg m^{-2} de abono orgánico. Se determinó que la dosis óptima de vermicompost es de 0,69 kg m^{-2} en las variables como altura de planta, ancho de hoja, número de hojas a la cosecha, peso de hoja. Sin embargo, para variables como peso por planta, peso neto por parcela y número de raíces, la dosis más efectiva fue de 1,04 kg m^{-2} de humus de lombriz.

En otro estudio se examinó el impacto de dos tipos de abonos orgánicos, humus de lombriz y jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* (MART.) SOLMS), en el cultivo de acelga. Se aplicaron tres dosis distintas (1, 3 y 5 kg m^{-2}) para cada tipo de abono. Los resultados mostraron que la incorporación de humus de lombriz, especialmente a una dosis de 3 kg m^{-2}, mejoró de manera significativa la calidad del cultivo en términos de número de hojas y peso fresco. Se logró una cosecha total de 30 kg de hojas en una parcela de 2,20 m de largo x 1,10 m de ancho, lo que representa un rendimiento superior en comparación con los otros tratamientos evaluados (MELENDÉZ, 2015).

Finalmente, en otra investigación realizada, se aplicaron estiércol vacuno y gallinaza en dosis variables en el cultivo de repollo. El estudio consistió en cinco tratamientos, que incluían un testigo sin fertilización, dos dosis de gallinaza y dos dosis de estiércol vacuno. Los resultados revelaron que el tratamiento con una dosis de 5 kg m^{-2} de gallinaza, mostró el mayor diámetro del

cogollo con un promedio de 20,68 cm. Además, los tratamientos con gallinaza obtuvieron los mayores valores en peso de cogollo. En términos de rendimiento por hectárea, los tratamientos con gallinaza 5 kg m^{-2}, gallinaza 3 kg m^{-2} y estiércol vacuno 3 kg m^{-2} destacaron con valores de 7,05, 5,59 y 4,37 kg m^{-2} respectivamente (ARMADANS ROJAS et al., 2024).

Los antecedentes mencionados muestran una respuesta positiva a la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de acelga. Sin embargo, existe una escasez de información sobre el uso de abonos orgánicos tipo bokashi. Además, los trabajos realizados hasta ahora han mostrado respuestas variables del cultivo ante diferentes dosis de abono orgánico. Por lo tanto, es crucial investigar el efecto de diferentes dosis de abono orgánico, en las condiciones de cultivo de Misiones, Argentina. Además, se necesita explorar cómo diferentes dosis afectan a diferentes variedades de acelga, ya que hasta el momento no se han encontrado estudios que aborden este aspecto.

2. HIPÓTESIS

El incremento en la dosis de abono orgánico tipo bokashi en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) produce incrementos en el crecimiento del cultivo hasta un nivel crítico que será considerado la dosis óptima. Esta respuesta varía según la variedad de acelga utilizada.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento de dos variedades de acelga *(Beta vulgaris* L.) en respuesta a la aplicación de distintas dosis de abono orgánico tipo bokashi, en condiciones a campo en la localidad de Eldorado, Misiones.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Evaluar el efecto de diferentes dosis de bokashi en el crecimiento de dos variedades de acelga.
b) Analizar si la respuesta a la adición de distintas dosis de bokashi difiere entre las distintas variedades.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del área de estudio

El ensayo fue establecido el 24 de noviembre de 2022 en la Unidad Productiva de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, localizada en la localidad de Eldorado, Misiones, en la Latitud 26°24'4.42"S y Longitud 54°39'45.03"O.

5.2 Caracterización climática y edáfica del sitio

5.2.1. Clima

La localidad pertenece al clima tipo Cfa, que corresponde a un clima templado húmedo con ausencia de estación seca. Las temperaturas medias mensuales fluctúan entre el valor de 14,4 ºC para el mes más frio (julio) y 25,4 ºC para el mes más cálido (enero), la precipitación media anual es de 2.020 mm (SILVA *et al.,* 2008). La temperatura media mensual durante el periodo del ensayo fue de 24,9 ºC. La temperatura máxima absoluta fue de 39,3 ºC en diciembre, mientras que la temperatura mínima absoluta registrada fue de 4,01 ºC en noviembre. Además, la precipitación mensual acumulada durante el periodo del ensayo fue de 248,8 mm (SILVA *et al.,* 2022; SILVA *et al.,* 2023).

5.2.2 Suelo

El ensayo se llevó a cabo en condiciones de campo, en un suelo rojo profundo, arcilloso, bien drenado, con características similares a las del Gran Grupo de los Kandiudalfes, de acuerdo al Atlas de Suelos de la República Argentina (LIGIER *et al.,* 1990). La Unidad Productiva de la FCF fue establecida en el año 2019 y tiene una superficie de 0,75 hectáreas. Inicialmente, en el lote se cultivaba mandioca *(Manihot esculenta* Crantz) y diversas especies de la familia de las cucurbitáceas. Posteriormente, se implementó una huerta convencional y, en el año 2022, se introdujo el respectivo ensayo con acelga.

5.3 Análisis integral del suelo.

Antes de instalar el ensayo, se realizó un análisis integral del suelo para determinar su condición química. Para ello, se tomó una muestra compuesta en el lote del ensayo, a una profundidad de 0 a 20 cm. La muestra fue acondicionada y enviada para su análisis al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR), Campus de Pato Branco, para un análisis detallado (ver Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas iniciales del suelo. Técnicas empleadas: M.O. por digestión húmeda; P, K, Cu, Fe, Zn y Mn extraídos con solución de Mehlich – I; pH en $CaCl_2$ 1:2,5; Ca, Mg y Al intercambiables extraídos con KCl 1mol L^{-1}.

pH ($CaCl_2$)	5
Materia Orgánica (g dm^{-3})	30,83
Fósforo (mg dm^{-3})	7,53
Calcio (cmol dm^{-3})	5,30
Magnesio (cmol dm^{-3})	2,20
Potasio (cmol dm^{-3})	0,50
Acidez Intercambiable H + Al (cmol dm^{-3})	5,35
Aluminio intercambiable (cmol dm^{-3})	0,0
Suma de bases (cmol dm^{-3})	8,0

5.4 Tratamientos, diseño y análisis experimental

Se realizó un experimento bifactorial utilizando un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), con ocho tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones, lo que resultó en un total de 32 unidades experimentales. Los tratamientos se definieron según dos factores principales: el porcentaje de nitrógeno contenido en el bokashi y la variedad de acelga.

Dado que no se encontró información específica sobre la fertilización con nitrógeno para el cultivo de acelga, se utilizaron datos disponibles para la lechuga, una hortaliza de hoja similar. Según DI BENEDETTO (2009), la recomendación de fertilización con nitrógeno para la lechuga varía entre 60 y 120 kg de nitrógeno por hectárea. En este estudio, se utilizó una dosis de referencia de 100 kg de nitrógeno por hectárea.

Luego se multiplicó el valor de la dosis de referencia (100 kg de N ha^{-1}) por los niveles de nitrógeno utilizados en el ensayo (0%, 50%, 100% y 150%), resultando en dosis de 0, 50, 100 y 150 kg de N ha^{-1}, respectivamente. El bokashi utilizado tiene un contenido total de nitrógeno de 1,17% (ver Tabla 2), lo que equivale a 1,17 gramos de nitrógeno por kilogramo de bokashi. Se calculó la cantidad de abono necesario para alcanzar las dosis de 0, 50, 100 y 150 kg de nitrógeno por hectárea. Luego se ajustó la cantidad de nitrógeno por hectárea al tamaño de la unidad

experimental (4,06 m²), donde se obtuvo que la dosis 0 (0 kg de N ha^{-1}) representa un valor de 0 gramos de abono, la dosis 1 (50 kg de N ha^{-1}) representa un valor de 2170 gramos de abono, la dosis 2 (100 kg de N ha^{-1}) representa un valor de 4340 gramos de abono y finalmente la dosis 3 (150 kg de N ha^{-1}) representa un valor de 6510 gramos de abono por UE.

Tabla 2. Composición mineral del bokashi.

Humedad, %	44,93
Materia Seca, %	55,96
Cenizas, %	35,12
pH, (Rel. 1:2,5 ml)	6,92
Conductividad eléctrica (CE), mS/cm	2,95
Total de sólidos disueltos (TSD) g/litros	2,17
Nitrógeno Total %	1,17
Materia Orgánica, %	20,35
Relación carbono/ nitrógeno (C/N)	10,11
Fosforo (P), %	0,20
Sodio (Na), %	0,33
Calcio (Ca), %	0,36
Magnesio (Mg), %	0,11
Potasio (K), %	0, 81

La variedad comercial Penca Blanca se caracteriza por tener hojas muy onduladas, de color verde oscuro, y pencas muy blancas y anchas, siendo una planta muy vigorosa (INTA, 2006). Esta variedad tiene un ciclo aproximado de 115 días y un rendimiento promedio de 4,85 kg m^{-2}.

Además, es producida por la empresa Florensa (INTA, 2023). Por su parte, la variedad Verde Penca Verde tiene un ciclo aproximado de 75 días y según un estudio realizado por el INTA un rendimiento promedio de 4,32 kg m^{-2} (INTA, 2023).

Cada unidad experimental consistió en canteros de 3,25 metros de largo y 1,25 metros de ancho (4,06 m²). En cada uno de estos canteros se plantaron 65 plantas de acelga, distribuidas en 5 filas de 13 plantas cada una (Figura 1). La distancia entre plantas, tanto entre filas como entre columnas, fue de 25 cm. Se dejó la primera y última fila, así como la primera y última columna, dentro de la unidad experimental como zona buffer. En total se dispusieron de 32 unidades experimentales, distribuidas en 4 bloques, con 8 unidades experimentales por bloque (ver Figura 2).

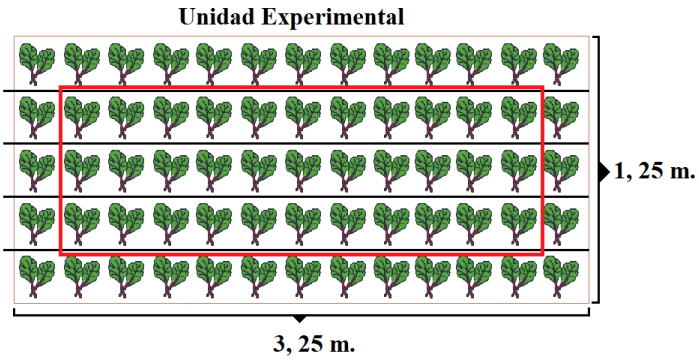

Figura 1. Unidad experimental (UE). Esta está compuesta por 65 plantas, distribuidas en 5 filas de 13 plantas cada una. Para la recolección de datos, se dejó una zona buffer de plantas, seleccionándose solo las plantas dentro de la figura cuadrada. Las mediciones se realizaron en plantas seleccionadas al azar dentro de esta área.

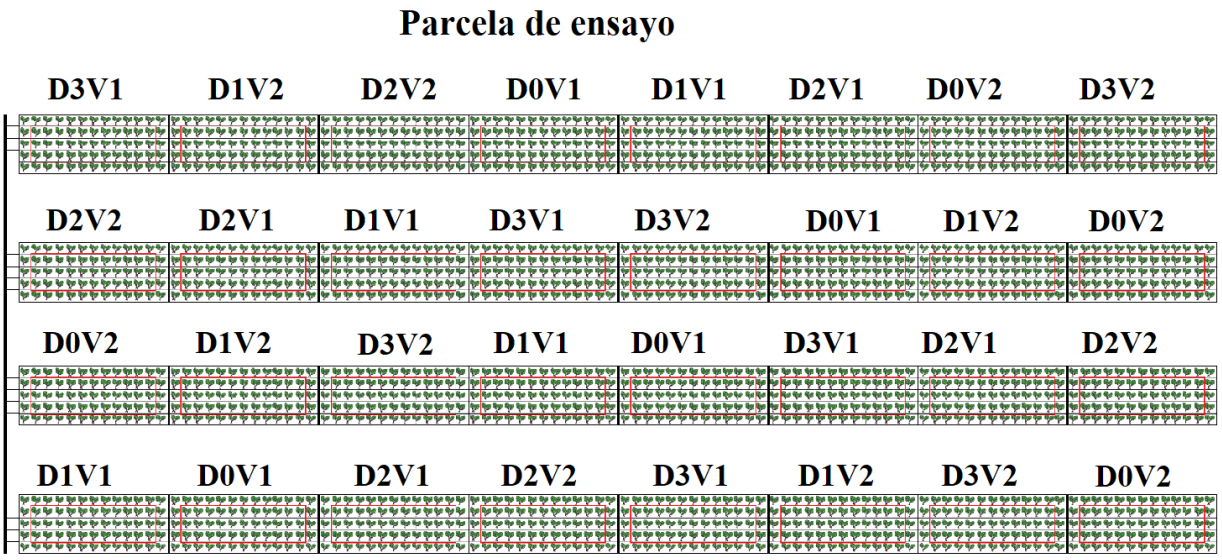

Figura 2. Croquis de la parcela de ensayo de un diseño en bloque completamente aleatorizado. Las denominaciones D0, D1, D2, D3 corresponden a 0%, 50%, 100% y 150% de la dosis de nitrógeno recomendada. La denominación V1 y V2 corresponde a la variedad Penca Verde y Penca Blanca respectivamente.

5.5 Elaboración y dosis del abono orgánico

Se considera al bokashi como enmienda alternativa o complementaria al compost y como fuente de nitrógeno para los cultivos (QUIROZ y CÉSPEDES, 2019). En el proceso de elaboración del bokashi, se combinó partes iguales de estiércol bovino, cama de pollo y bagazo de caña de azúcar, colocando un metro cúbico de cada uno. Además, se añadieron 10 kg de cenizas y 10kg de polvo de roca, y se realizaron las mezclas bajo techo. Estos materiales se dispusieron en capas y se mezclaron hasta formar una pila homogénea de aproximadamente 3 metros de largo, 1.2 metros de ancho y 1 metro de alto. A la mezcla se incorporó un litro de melaza como fuente de carbono fácilmente asimilable, junto con 50 gramos de levadura disueltos en un litro de agua. Después se ajustó el contenido de agua al 35%-40% y se cubrió la pila con plástico. Para controlar la temperatura de la pila, se utilizó un termómetro, asegurándose de que supere los 50ºC para promover una fase termofílica, pero sin permitir que sobrepase los 70ºC. Durante las primeras dos semanas, la pila se volteó cada tres días para mantener la temperatura óptima. Una vez que la temperatura se estabilizó, se tamizó utilizando una malla de 1 cm y se envasó para almacenarlo en condiciones frescas y secas. Finalmente, se realizó un análisis del abono orgánico (ver Tabla 2) para evaluar su composición de nutrientes con el fin de determinar la dosis de abono adecuada a utilizar en cada unidad experimental de acuerdo al tratamiento asignado.

Obtenida la dosis por unidad experimental, se aplicó el 20% de esa cantidad en cada unidad experimental al momento del trasplante, con la ayuda de una azada. Dos semanas después del trasplante, se aplicó el 30% de la dosis total. Finalmente, al mes del trasplante, se administró el 50% restante.

5.6 Establecimiento y mantenimiento del cultivo.

En primer lugar, se llevó a cabo la siembra de las plantas en almácigos, para luego trasplantarlas a las parcelas del ensayo a campo. Se contó con un total de 2080 plantas, distribuidas en 32 unidades experimentales, cada una con 65 plantas. Para este propósito, se utilizaron bandejas de 162 celdas (9 x18 celdas). En total, se sembraron 15 bandejas, la mitad con cada variedad de acelga, lo que resultó en 2430 plantines, reservando un margen para reemplazar las fallas durante el trasplante. Las bandejas se mantuvieron bajo invernadero en la Unidad Productiva de la FCF, y el riego se llevó a cabo mediante un sistema de aspersión. Antes del trasplante se roturó el suelo con un motocultivador y se delimitó el área de las unidades experimentales. El trasplante de los plantines a campo se realizó cuando tenían 4 hojas visibles. Una vez establecido el ensayo, se realizó un monitoreo continuo, registrando las temperaturas máximas y mínimas, así como las precipitaciones. Se contó con un sistema de riego por goteo que suministró un caudal controlado

en los días sin precipitaciones. Además, se llevó a cabo tareas de desmalezado con una azada dos veces durante el ciclo completo del cultivo.

5.7 Medición de rendimiento, materia seca y cálculo de tasas de crecimiento.

La recolección de muestras se llevó a cabo en cuatro fechas: el 6 y el 20 de diciembre del 2022 y el 3 y el 17 de enero de 2023 (Ver Tabla 3). En cada fecha, se extrajeron tres plantas de cada unidad experimental, lo que represento un total de 24 plantas por bloque en cada momento de muestreo. Al finalizar las cuatro fechas de muestreo, quedaron 21 plantas en cada UE. Para evitar daños las raíces, se utilizó una azada para cavar alrededor de cada planta, seguido de un suave sacudido para eliminar el exceso de tierra. Luego, se lavaron las raíces con abundante agua para eliminar cualquier residuo de tierra. Una vez limpias, las plantas se colocaron sobre una superficie plana y limpia para proceder al corte con tijeras de podar, justo en el punto donde la parte aérea (tallos y hojas) se une con la parte subterránea (raíces). El pesaje en fresco de las plantas se realizó una única vez el 24 de enero, una semana después de la última fecha de muestreo. El proceso se dividió en el pesaje de las raíces y de la parte aérea por separado, utilizando una balanza para garantizar la precisión. Este procedimiento fue registrado meticulosamente. Posteriormente, se sumaron los valores correspondientes al peso fresco de las raíces y al peso fresco de la parte aérea, y se dividió el resultado por tres, ya que estos valores representan el promedio de las tres plantas muestreadas, obteniendo así el rendimiento en gramos por planta al finalizar el ensayo.

Tabla 3. Fecha de recolección de muestras y días después del trasplante (ddt).

Fecha de recolección	ddt
06/12/2022	12
20/12/2022	23
03/01/2023	40
17/01/2023	54

Por último, se rotularon sobres de papel madera con el nombre del bloque y la unidad experimental (UE) correspondiente, y se colocaron las muestras de raíz y parte aérea en ellos. Luego, se llevaron todas las muestras a un horno de circulación de aire forzado del Laboratorio de Industrias de la madera de la FCF y se colocaron a una temperatura constante igual a 52 ºC. Las

muestras se dejaron en la estufa durante 48 y 72 horas, hasta que alcanzaron un peso constante. Posteriormente, se sacaron las muestras del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente en un recipiente hermético para evitar la absorción de humedad. A continuación, se pesaron las raíces y parte aérea por separado, registrando el peso seco de cada parte de la muestra. Y con los datos obtenidos se aplicaron las fórmulas para el cálculo de la tasa de crecimiento absoluto (TCA) y la tasa de crecimiento relativo (TCR).

Según SANTOS FILHO *et al.*, (2009) la tasa de crecimiento absoluto (TCA) se define para cualquier punto en el tiempo (t) como el incremento de peso seco de material vegetal (W) respecto al tiempo, es decir:

$$TCA = \frac{dW}{dt}$$

De acuerdo con DI BENEDETTO y TOGNETTI (2016) el cálculo de la tasa de crecimiento relativo (TCR) de una planta u órgano, para cada instante (t) se define como el incremento de material vegetal por unidad de material vegetal existente y por unidad de tiempo:

$$TCR = \frac{(lnW2 - lnW1)}{(t2 - t1)}$$

Dónde: TCR es la tasa de crecimiento relativo; W_2: Peso de la plántula en el t_2; W_1: Peso de la plántula en el t_1; t_2 y t_1: tiempos respectivos de las mediciones.

5.8 Análisis estadístico

Se empleó el software estadístico InfoStat (versión estudiantil) para realizar el análisis de varianza (ANOVA) y evaluar los efectos de las dosis de bokashi, las variedades de acelga y su interacción sobre las variables materia seca, TCA, TCR y rendimiento. Las variables fueron analizadas por separado para cada fecha de muestreo, excepto el rendimiento, que se evaluó en un único momento. Se realizaron las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett para verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, respectivamente, necesarios para realizar el ANOVA. Se analizaron los datos de la tercera fecha, y se utilizó la función **ea2** del paquete estadístico *easyanova* para el análisis. Esta función permite realizar el ANOVA utilizando la suma de cuadrados tipo III, lo cual es adecuado para un diseño en bloques desequilibrado, ya que se carecía de una de las observaciones (ARNHOLD, 2013).

Cuando se encontraron efectos significativos entre los tratamientos, se realizaron pruebas post-hoc, como la prueba de Tukey, para identificar las diferencias específicas entre los niveles de

los factores. Se consideraron significativos los resultados con un valor p igual o inferior a 0,05 ($p \leq 0,05$).

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Materia seca

No se encontraron efectos de la interacción entre las variedades y dosis de abono orgánico sobre la acumulación de materia seca de la especie *Beta vulgaris* var. cicla.

En la primera y en la cuarta fecha de muestreo, a los 12 y 54 días después del trasplante (ddt) respectivamente, en la que se evaluó la materia seca no se observaron diferencias significativas entre las variedades Penca Blanca y Penca Verde ($p = 0,4189$ y $p = 0,9972$ respectivamente) (Ver Figura 23 y 26**)**. En la segunda y tercera fecha de muestreo, a los 23 y 40 ddt respectivamente, sí se detectaron diferencias significativas en la acumulación de materia seca entre ambas variedades ($p = 0,0112$ y $0,0024$) (Ver Figura 24 y 25). Como se observa en el Figura 3, Penca Verde presentó un peso total superior que Penca Blanca.

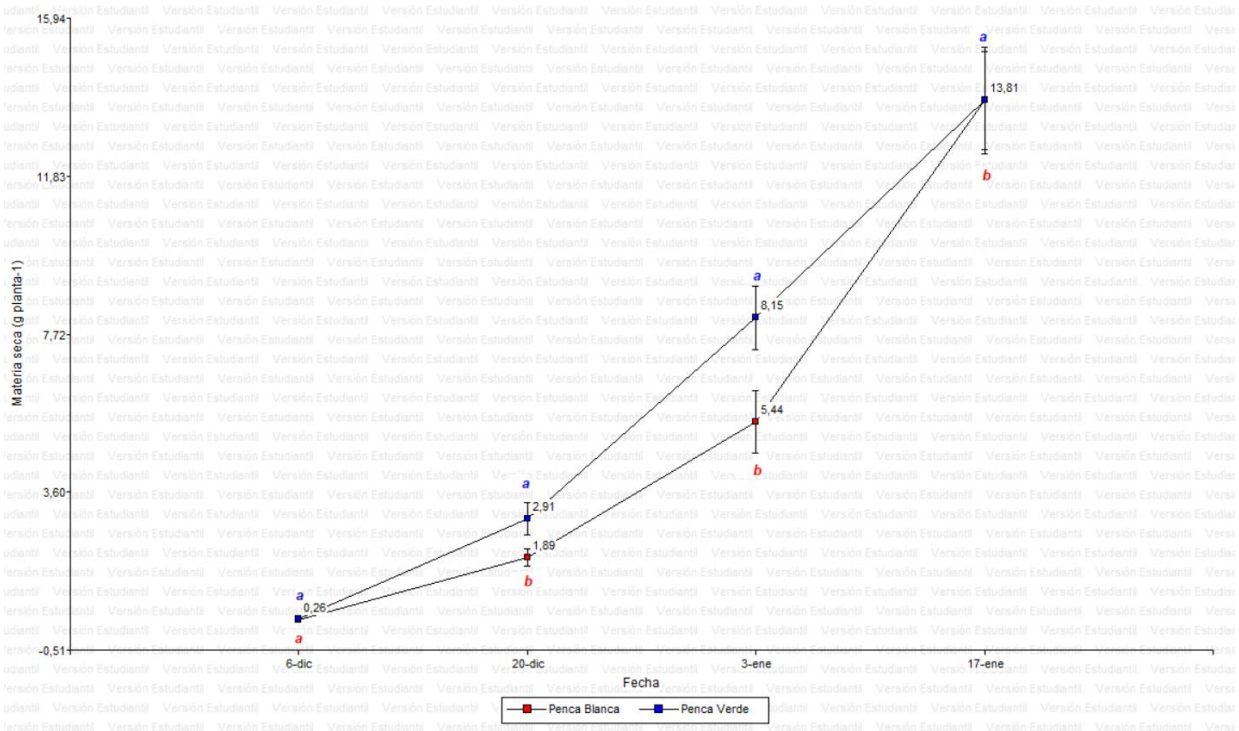

Figura 3. Acumulación de materia seca (g) de *Beta vulgaris* var cicla en función de las variedades de Acelga (Penca Blanca: rojo y Penca Verde: azul) en las diferentes fechas de muestreo.

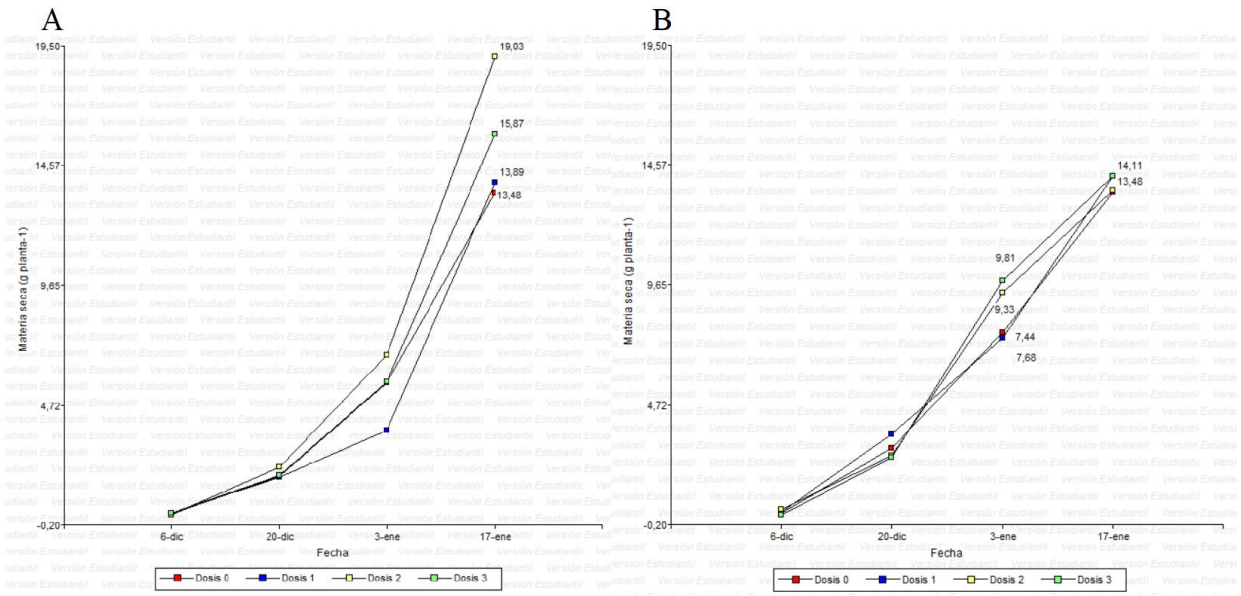

Figura 4: Materia seca (g planta^{-1}) de *Beta vulgaris* var cicla en función de las dosis de abono y las cuatro fechas de muestreo. A) Variedad Penca Blanca B) Variedad Penca Verde.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre la acumulación de materia seca y la aplicación de distintas dosis de abono (ver Figura 23, 24, 25 y 26). En la Figura 4. A, se observa que en la cuarta fecha de muestreo, la acumulación de materia seca (g planta^{-1}) en la variedad Penca Blanca alcanzó sus valores máximos en todas las dosis de abono aplicadas. Se destaca que la Dosis 2 registró el valor más alto, con 19,3 g planta^{-1}**,** superando a las demás dosis. La Dosis 3 mostró un valor elevado de 15,87 g planta^{-1}**,** aunque ligeramente inferior al de la Dosis 2. Por otro lado, las dosis más bajas, Dosis 1 **y** Dosis 0**,** presentaron los menores valores de materia seca acumulada, con 13,89 y 13,48 g planta^{-1}, respectivamente. En la figura 4. B, se observa en la tercera fecha de muestreo, que la Dosis 2 presenta el valor más alto de materia seca acumulada, con 9,81 g planta^{-1}, seguida por la Dosis 3, con 9,33 g planta^{-1}. Las Dosis 1 y 0 presentaron valores menores, con 7,68 y 7,44 g planta^{-1}, respectivamente. En la cuarta fecha de muestreo, el valor más alto de materia seca 14, 11 g planta^{-1} se obtuvo con la Dosis 3.

En nuestro estudio, los mayores valores de materia seca se obtuvieron con la dosis recomendada de abono (dosis 2). Estos resultados concuerdan con los de SILVA *et al.* (2013) quienes evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo de acelga bajo condiciones de invernadero. En su estudio, las plantas fueron sometidas a tres tratamientos con fertilizante Sulfammo (22% N, 13% S, 6% Ca, 2% Mg): testigo sin aplicación de fertilización foliar; fertilización recomendada de 208 kg ha^{-1} y 292 kg ha^{-1} de la misma formulación, que corresponde al 40% más de la dosis recomendada. La medición de variables se realizó a los 45 ddt, y se observó que el tratamiento sin fertilización resultó en la menor producción de materia seca, mientras que el tratamiento con un 40% más de la dosis recomendada también mostró bajos rendimientos,

indicando que la dosis recomendada es la que se ajusta mejor al cultivo, produciendo mayor cantidad de materia seca.

En nuestro ensayo realizado en condiciones de campo, a los 60 ddt se obtuvo un promedio de 13,8 g de materia seca por planta, un valor significativamente mayor al reportado por CASIERRA-POSADA *et al.* (2014), quienes evaluaron el crecimiento de plantas de acelga del cultivar Pencas Blancas bajo diferentes calidades de luz en condiciones de invernadero. En su estudio, las plantas expuestas a una cubierta transparente alcanzaron un promedio de 3,8 g de materia seca por planta a los 60 ddt, con una temperatura media registrada durante el ensayo de 15,3 °C. En contraste, en nuestro ensayo la temperatura media fue de 24,9 °C. Aunque ambos trabajos utilizaron la misma variedad de acelga, las diferencias en los resultados podrían explicarse por las condiciones ambientales, mientras que en el estudio de CASIERRA-POSADA *et al.* (2014) se desarrolló en un ambiente controlado de invernadero, nuestro experimento se llevó a cabo en campo abierto, donde factores como la luz solar directa y las temperaturas más altas podrían haber favorecido una mayor acumulación de materia seca. Además, el uso de abonos orgánicos, como el bokashi, podría haber influido positivamente en el crecimiento de las plantas en nuestro ensayo, destacando la relevancia de considerar tanto las condiciones ambientales como las prácticas de manejo en la producción de acelga.

6.2 Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

No se encontró efectos de la interacción entre las variedades y dosis de abono orgánico sobre la tasa de crecimiento absoluto de la especie *Beta vulgaris* var. cicla para ninguno de los tiempos de muestreo.

En la segunda fecha de muestreo, se observó diferencia significativa en la TCA entre las dos variedades ($p = 0,0112$) (ver Figura 28). Como se observa en la Figura 5, Penca Verde presentó una TCA más elevada que Penca Blanca, con un valor de 0,19 g día^{-1}, frente a 0,12 g día^{-1}, respectivamente. Esta tendencia se intensifica en la tercera fecha de muestreo, donde la TCA de la variedad Penca Verde continúa aumentando, alcanzando un valor de 0, 37 g día^{-1}, frente a los 0,25 g día^{-1} de la variedad Penca Blanca (Ver Figura 5). El análisis de varianza confirma esta diferencia significativa entre ambas variedades ($p = 0,0317$) (Ver Figura 29).

En la cuarta fecha de muestreo, no se observaron diferencias significativas en la TCA entre las variedades (ver Figura 30). De igual manera la TCA de Penca Verde se mantuvo constante en 0,37 g día^{-1} mientras que Penca Blanca aumentó a 0,60 g día^{-1} respectivamente como se observa en la Figura 5. En este caso, Penca Blanca, que mantuvo un TCA más estable, pudo compensar en

las últimas fases, mientras que Penca Verde, con un crecimiento inicial más rápido, mostró una disminución de la TCA. La disminución de la TCA en Penca Verde podría estar relacionada con el sombreamiento y el espacio que ocupan las plantas más grandes hacia el final del ciclo, lo cual disminuye su eficiencia de crecimiento.

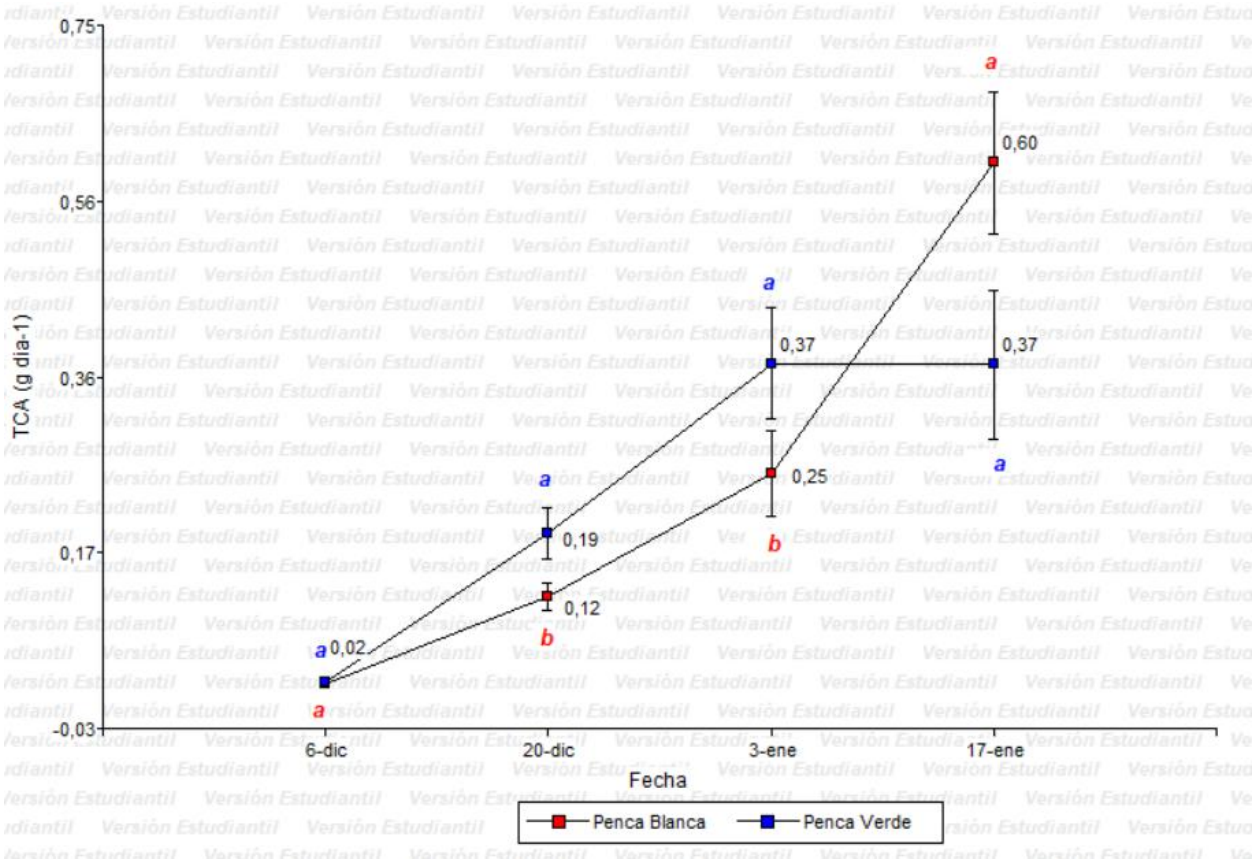

Figura 5. Tasa de crecimiento absoluto de *Beta vulgaris* var. cicla en función de dos variedades (Penca Blanca y Penca Verde).

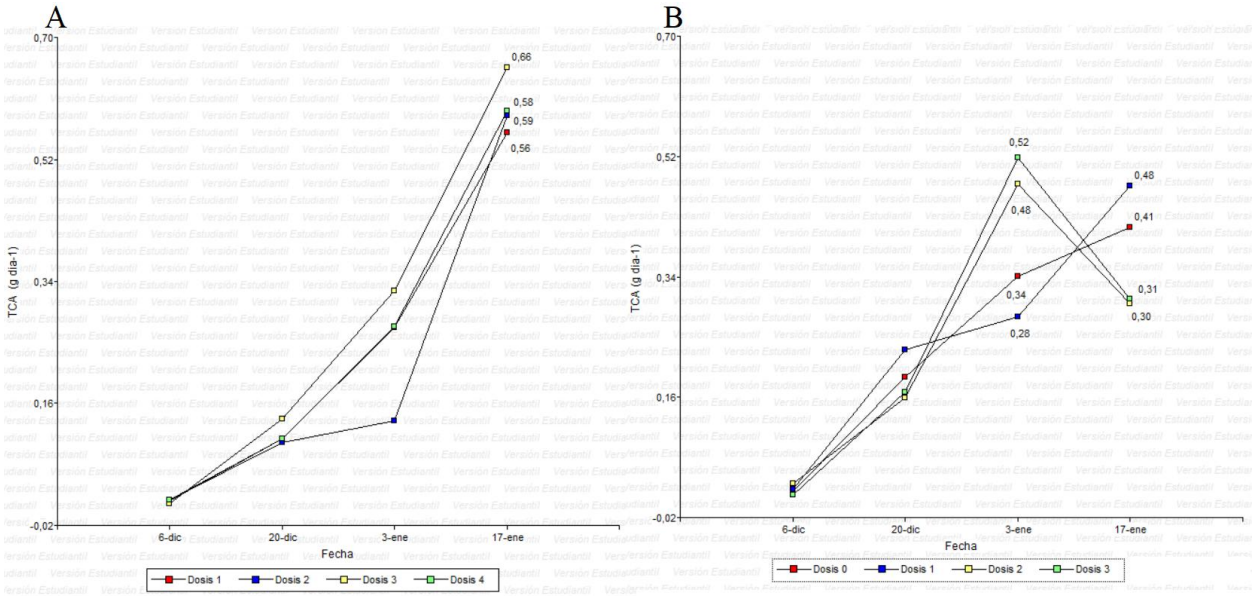

Figura 6: Comportamiento de la TCA en *Beta vulgaris* var. cicla en función de las distintas dosis de abono orgánico utilizadas A. Variedad Penca Blanca B. Variedad Penca Verde.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto (TCA) de la variedad Penca Blanca entre las distintas dosis de abono aplicadas (ver Figuras 27, 28, 29 y 30). En la Figura 6 A, se puede observar que el crecimiento, inicialmente lento, se acelera notablemente a medida que la planta avanza en su ciclo. En la última fecha de muestreo (17 de enero) se observa un ligero aumento de la TCA con la dosis 2 y 3. En la Figura 6 B se observa que la TCA aumenta progresivamente, alcanzando un pico máximo el 3 de enero con las dosis más altas (dosis 2 y 3), con un valor de 0, 48 y 0,52 g dia^{-1} respectivamente, para luego disminuir en la última fecha de muestreo a 0,30 y 0,31 g dia^{-1} respectivamente. Además, en esta última fecha, las dosis de abono más bajas (dosis 0 y 1) tienden a presentar valores de TCA relativamente más altos en comparación con las dosis más altas.

En nuestro estudio realizado en condiciones de campo, a los 60 ddt, la variedad Penca Verde mostró una TCA de 0,37 g $día^{-1}$ y la variedad Penca Blanca alcanzó 0,60 g $día^{-1}$, resultados similar a los reportados por APAZA (2016). En su estudio, el autor evaluó el crecimiento de cuatro hortalizas en un sistema de producción orgánica dentro de un invernadero urbano, utilizando bolsas de repique para el trasplante y aplicando 100 g de humus de lombriz por plántula. De acuerdo con sus hallazgos, la acelga variedad Fordhook Giant mostró una TCA baja al inicio del ciclo, que aumentó gradualmente con el tiempo, alcanzando un valor de 0,5 g $día^{-1}$ a los 60 ddt.

BARRERA - VIOLETH *et al.* (2017), evaluaron la respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas, incluyendo un testigo con fertilización química (NPK). Los resultados mostraron que la TCA del maíz fertilizado con bocashi (6, 40 t ha^{-1}) y con fertilización química, fue similar durante todo el desarrollo del cultivo, con una TCA destacada a los 42 ddt. En este experimento los autores concluyeron que el bocashi puede remplazar a la fertilización química en el cultivo de maíz.

6.3 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

Se observaron efectos significativos de la interacción entre la variedad Penca Verde y la dosis 3 de abono orgánico sobre la tasa de crecimiento relativo en la segunda fecha de muestreo (20 de diciembre) de la especie *Beta vulgaris* var. cicla.

En la primera fecha de muestreo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, ni entre las variedades ($p = 0,2826$ y $p = 0,9199$) (Ver Figura 31). Se observa en la Figura 7 que en la tercera fecha de muestreo ambas variedades experimentan una reducción en la TCR. Esta disminución es consistente con el ciclo de crecimiento de las plantas (DI BENEDETTO y TOGNETTI, 2016). La variedad Penca Verde presentó una TCR ligeramente mayor que la Penca

Blanca, con valores de 0,08 g g^{-1} $día^{-1}$ y 0,07 g g^{-1} $día^{-1}$ respectivamente, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa (p = 0,3399) (ver Figura 34).

En la segunda fecha de muestreo, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades y los tratamientos (p = 0,0495 y = 0,0219, respectivamente; ver Figura 32). Se observa en la Figura 7 en la segunda fecha de muestreo, un aumento en la TCR de la variedad Penca Verde, mientras que la Penca Blanca presenta una ligera disminución, con valores de 0,17 g g^{-1} $día^{-1}$ y 0,14 g g^{-1} $día^{-1}$ respectivamente.

En la cuarta fecha, se observaron diferencias significativas entre las variedades (p = 0,0064) (ver Figura 35). Penca Blanca mantuvo su TCR (0,07 g g^{-1} $día^{-1}$) mientras que Penca Verde disminuyó (0,04 g g^{-1} $día^{-1}$), indicando que hay una menor eficiencia en la producción de materia seca en esta fase de crecimiento.

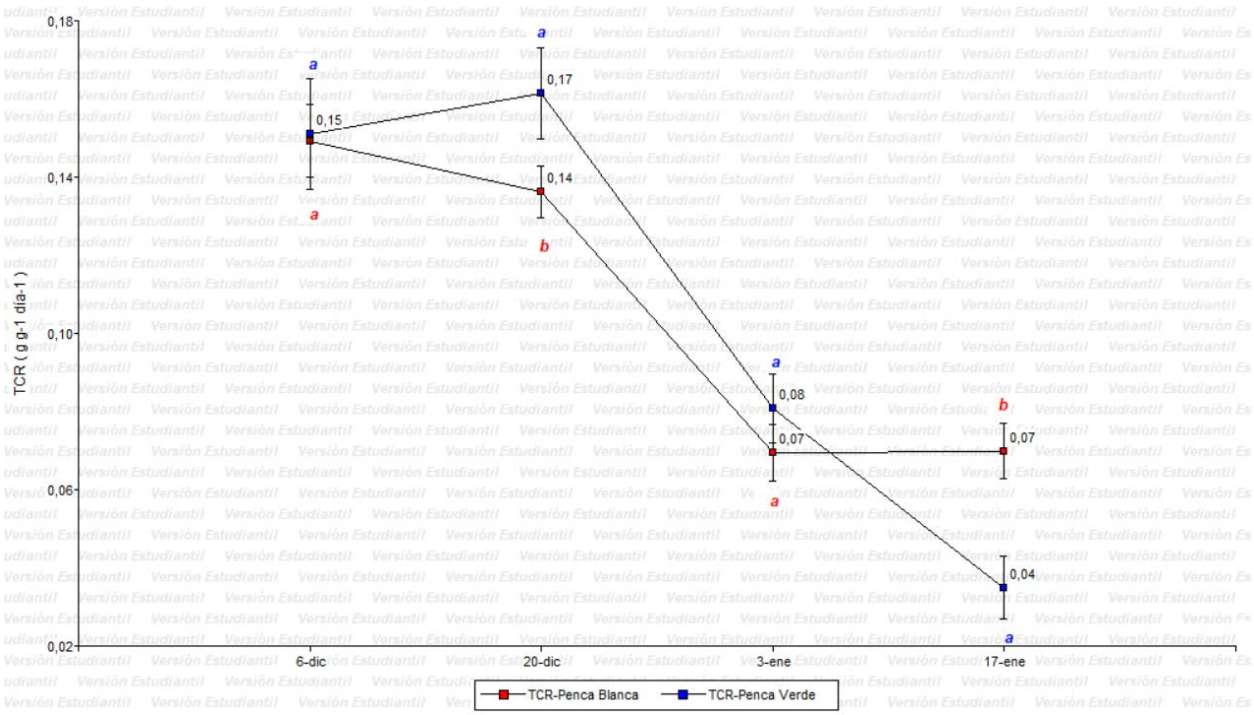

Figura 7. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) de *Beta vulgaris* var. cicla en las variedades Penca Blanca y Penca Verde.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la TCR entre las diferentes dosis de abono aplicadas en la variedad Penca Blanca (ver Figuras 31, 32, 34 y 35). No obstante, en la Figura 8.A, correspondiente a la tercera fecha de muestreo, se observa que las dosis más altas (dosis 2 y 3, con 4340 y 6510 gramos de abono UE-1, respectivamente) presentaron valores levemente superiores de TCR en comparación con las dosis más bajas (dosis 0 y 1, con 0 y 2170 gramos UE-1, respectivamente). En contraste, en la cuarta fecha de muestreo, esta tendencia se invirtió, registrándose valores ligeramente mayores de TCR con las dosis más bajas.

En la Figura 8.B se observa una tendencia similar a la descrita anteriormente; en la tercera fecha de muestreo, los valores más altos de TCR se obtuvieron con las dosis más altas de abono. Sin embargo, en la última fecha de muestreo, los valores de TCR más elevados, 0,05 y 0,04 g g^{-1} $día^{-1}$, correspondieron a las dosis más bajas (Dosis 0 y 1). Además, en la segunda fecha de muestreo (20 de diciembre), la línea correspondiente a la dosis más alta (Dosis 3) se destaca claramente de las demás, alcanzando un valor de TCR de 0,19 g g^{-1} $día^{-1}$. El análisis de la interacción específica entre dosis y variedad, realizado con el software R, indicó diferencias significativas. En particular, la Dosis 3 (6510 gramos de abono por UE) aplicada a la variedad Penca Verde mostró una media de TCR superior al resto de los tratamientos (ver Figura 33).

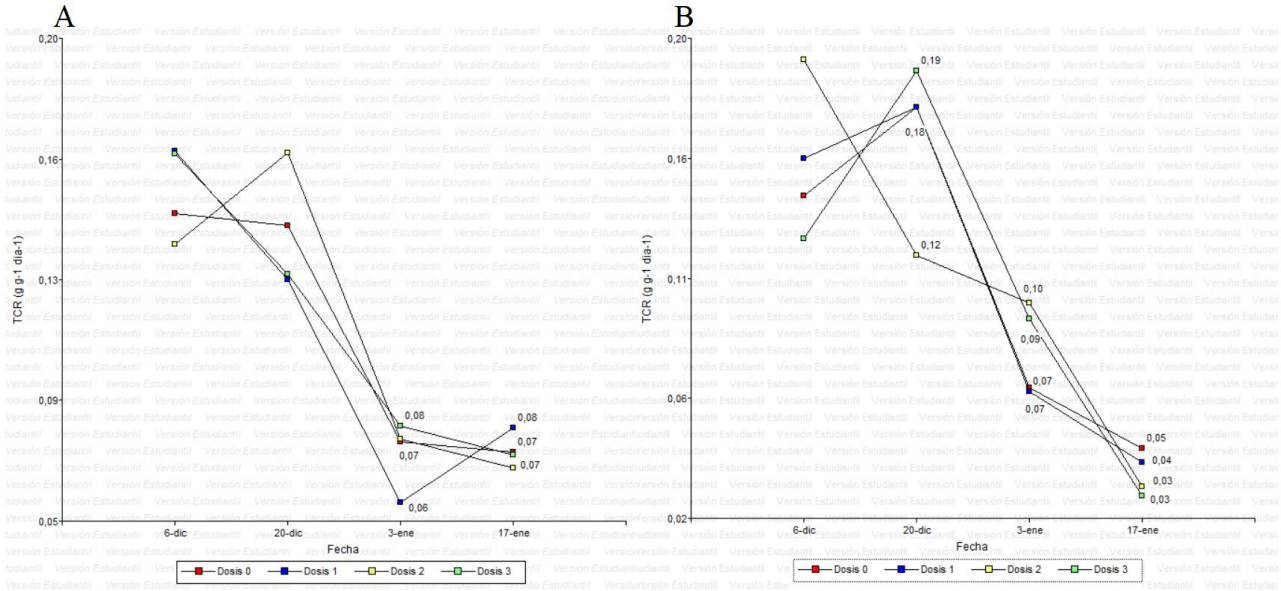

Figura 8. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativa (g g^{-1} dia^{-1}) en *Beta vulgaris* var. cicla en función de las dosis de abono. A. Variedad Penca Blanca B. Variedad Penca Verde.

En nuestro ensayo, la variedad de acelga Penca Blanca mostró una TCR menor al inicio del ciclo en comparación con la variedad Penca Verde (0,04 y 0,07, respectivamente). Sin embargo, al final del ciclo, Penca Blanca presentó la TCR más alta. Estos resultados son similares a los reportados por ARCHILA *et al.* (1998), quienes evaluaron el crecimiento de cuatro materiales de lechuga obtenidos a partir de semillas en condiciones de campo. En su estudio, observaron que la TCR disminuyó a lo largo del desarrollo ontogenético en los cuatro materiales evaluados. Además, la variedad de lechuga Great Lakes 118 (semilla local) mostró inicialmente la TCR más baja (0,689 gg^{-1} $semana^{-1}$) en comparación con las otras variedades (0,89, 0,98 y 1,001 gg^{-1} $semana^{-1}$, respectivamente), pero al final del ciclo fue la variedad que alcanzó la TCR más alta. Este comportamiento podría explicarse por el crecimiento inicial más lento de las variedades con menor TCR al comienzo del ciclo, lo que probablemente retrasó la cobertura del suelo. Sin

embargo, hacia el final del ciclo, cuando las condiciones de cultivo eran uniformes y no se producía sombreamiento en las hojas, estas variedades lograron alcanzar una TCR más alta.

En nuestro estudio, la TCR mostró una tendencia exponencial al inicio del ciclo, disminuyendo a medida que el cultivo avanzaba, lo cual concuerda con los resultados reportados por BARRIENTOS LLANOS *et al.*, (2015). Estos autores observaron que, para el cultivo de acelga variedad Fordhook Giant, los valores de TCR fueron muy elevados al principio, alcanzando 0,28 g g^{-1} $día^{-1}$ a los 20 ddt, pero disminuyeron rápidamente hasta llegar a 0,029 g g^{-1} $día^{-1}$ a los 60 ddt. En contraste, en nuestro ensayo, los valores de TCR a los 60 ddt fueron más altos que los reportados por los autores, alcanzando un mínimo de 0,048 g g^{-1} $día^{-1}$. Esta discrepancia puede atribuirse al crecimiento de las plantas en ambos estudios. A los 60 ddt, las plantas en el ensayo de BARRIENTOS LLANOS *et al*., (2015) alcanzaron 30,52 g de materia seca, mientras que, en nuestro ensayo, el valor de materia seca en la misma fecha fue de 13,81 g. Esta menor acumulación de biomasa en nuestro estudio podría explicar la mayor TCR, dado que la eficiencia de acumulación de biomasa tiende a disminuir con plantas más desarrolladas. Además, las diferencias pueden estar relacionadas con las condiciones experimentales. Mientras que nuestro ensayo se realizó en campo abierto, con la aplicación de diversas dosis de abono orgánico, mientras que dicho autor realizo su estudio en un ambiente controlado de invernadero, utilizando bolsas de repique con un sustrato preparado y abonado con 100 g de humus de lombriz por plántula.

6. 4 Rendimiento

El rendimiento fue medido el 24 de enero, una semana después de la última fecha de muestreo. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en el rendimiento (g $planta^{-1}$) en función de las distintas dosis de abono ni entre las variedades de acelga evaluadas (ver Figura 36). Sin embargo, en la Figura 9 se observa que la variedad Penca Verde, con la dosis 3, presentó un rendimiento (g $planta^{-1}$) levemente superior en comparación con los demás tratamientos.

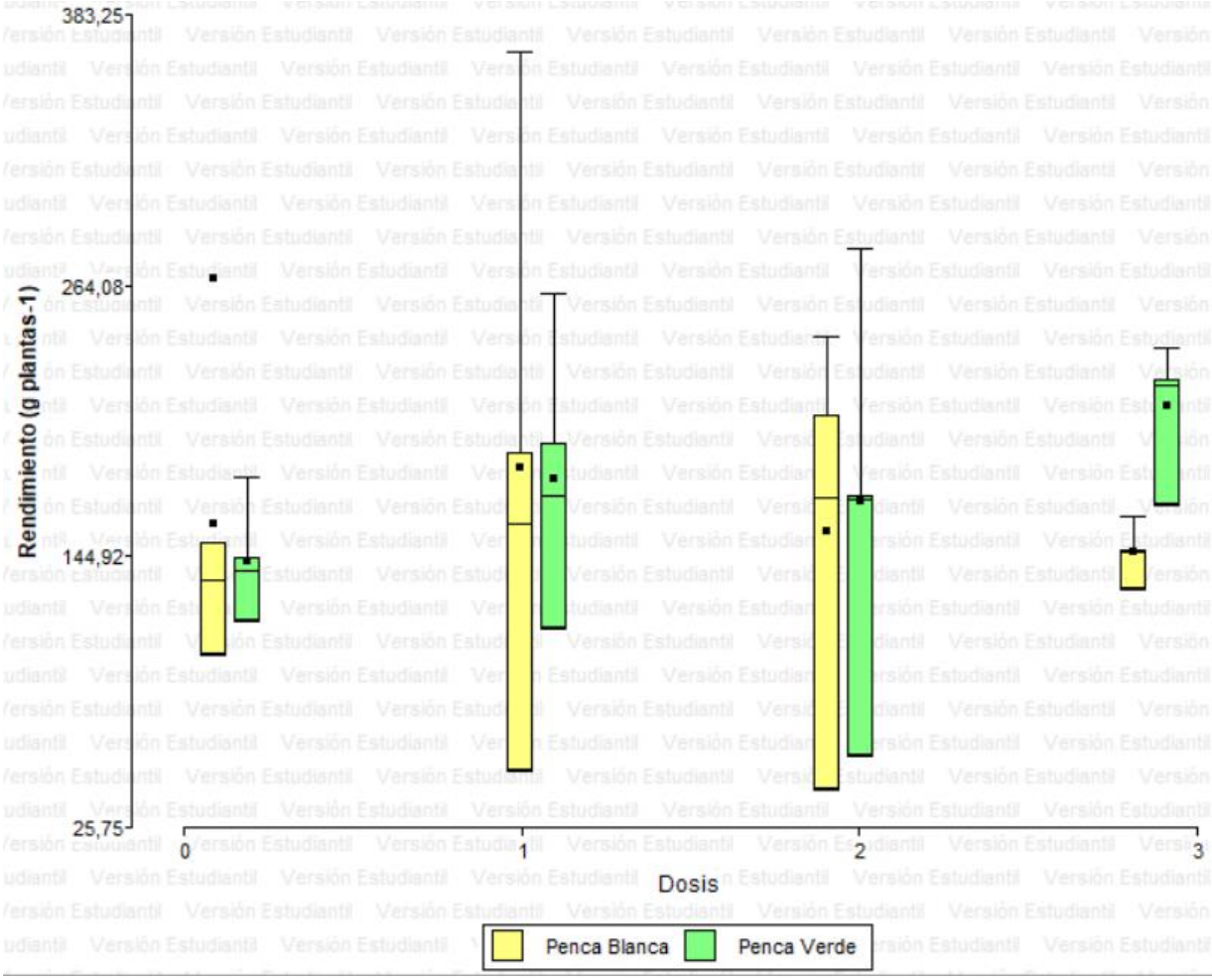

Figura 9. Comportamiento del rendimiento (g planta^{-1}) de *Beta vulgaris* var. cicla en función de las dosis de abono, medido el 24 de enero.

En nuestro estudio, los rendimientos máximos y mínimos a los 60 ddt fueron de 367 g planta^{-1} y 42 g planta^{-1}, respectivamente. En comparación, DLAMINI *et al.,* (2020) evaluaron el efecto de diferentes dosis de gallinaza sobre el rendimiento de acelga en un ensayo de campo. Los tratamientos utilizados fueron: 80 t ha^{-1}, 40 t ha^{-1}, 20 t ha^{-1}, 10 t ha^{-1} y un fertilizante inorgánico con una dosis de 900 kg ha^{-1} de la fórmula 2:3:2, junto con 125 kg ha^{-1} de un fertilizante de nitrato de amonio calcáreo que contiene 28% de N. A los 35 ddt, se observa que la dosis más alta de 80 t ha^{-1} produjo el mejor rendimiento, alcanzando 237,5 g planta^{-1} en comparación con el fertilizante inorgánico, que tuvo el rendimiento más bajo, con 100 g planta^{-1}. Es importante señalar que las dosis utilizadas en nuestro trabajo fueron considerablemente más bajas, específicamente de 0, 5,3, 10,7 y 16 t ha^{-1} de abono orgánico.

En nuestro estudio se obtuvieron rendimientos de 5,9 kg m^{-2} a los 60 ddt. Estos valores son superiores a los reportados por RODRÍGUEZ GUERRA *et al.,* (2016), quienes realizaron un estudio sobre el impacto de dos abonos orgánicos, compost y biol, sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris* var. cicla en condiciones de invernadero. Los tratamientos utilizados fueron: (T1:

C+S) 50% de compost más 50% de suelo, (T2: B) Biol al 10% en solución acuosa, (T3: T) testigo absoluto. A los 60 ddt midieron el rendimiento del cultivo en kg m^{-2}, encontrando que el tratamiento T1, generó el mayor rendimiento, con 1,65 kg m^{-2}, mientras que el tratamiento testigo tuvo el menor rendimiento, con 1,26 kg m^{-2}. En comparación, en nuestro estudio utilizamos un marco de plantación de 0,25 m x 0,25 m, frente al marco más amplio de 0,45 m x 0,25 m empleado por RODRÍGUEZ GUERRA *et al*., (2016), Esta diferencia en el marco de plantación podría haber influido en una disminución del rendimiento por m^{-2}. Y además otros factores en la gestión de nuestro cultivo, como la utilización de diferentes dosis de abonos orgánicos pudieron haber contribuido a este incremento en el rendimiento.

7. CONCLUSIÓN y RECOMENDACIÓN

Los resultados obtenidos brindan información valiosa sobre el uso del abono orgánico bokashi en la producción de acelga, destacando su potencial para mejorar el manejo de este cultivo de forma sostenible.

Dado que hubo un rendimiento levemente superior con la variedad *Penca Verde*, se recomienda priorizar su cultivo en sistemas de producción sostenible, ya que esta variedad demuestra un crecimiento más rápido y eficiente. Además, considerando que los mejores resultados en términos de acumulación de materia seca y tasas de crecimiento se obtuvieron con las dosis más altas de abono orgánico (100% y 150% de la dosis recomendada), se sugiere continuar investigando el uso de dosis más elevadas. Esto es especialmente relevante dado que otros estudios han utilizado dosis aún mayores, obteniendo resultados prometedores, lo que abre la posibilidad de optimizar aún más el rendimiento sin comprometer la sostenibilidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ-SOLÍS, J. D.; Mendoza-Niñez, J. A.; León-Martínez, N. S.; Castellanos-Albores, J.; Gutiérrez-Miceli, F. A. (2016). Effect of bokashi and vermicompost leachate on yield and quality of pepper (Capsicum annuum) and onion (Allium cepa) under monoculture and intercropping cultures. *Ciencia e investigación agraria*, *43*(2): 243-252.

APAZA, M. R. Análisis de crecimiento de cuatro hortalizas en sistema de producción orgánico en invernadero urbano – familiar en la ciudad de la Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. Extraído el 8 de Octubre de 2024, de: https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7632

ARCHILA, J. P.; Contreras, N. U. H.; Pinzón, H.; Laverde, P. H.; Corchuelo R. G. 1998. Análisis de crecimiento de cuatro materiales de lechuga (*Lactuca sativa*). *Agronomía Colombiana.* 16 (1): 68-75.

ARMADANS ROJAS, A.; Báez Martínez, Z.; Britos, U.; Ramírez González, R.; Ruiz Ginés, A. 2024. Rendimiento de repollo (*Brássica oleracea L.*) con la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza. *Revista científica oficial de la Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)*, 37(94): 5-12.

ARNHOLD, E. 2013. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 50 (6).

BARRERA-VIOLETH J. L.; Cabrales-Herrera, E. M.; Sáenz-Narváez, E. P. 2017. Respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo de Córdoba, Colombia. *Orinoquia.* 21 (2): 38-45.

BARRIENTOS LLANOS, H.; Del Castillo Gutiérrez, C. R.; García Cárdenas, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 2(1): 76-86.

BENITES GARCIA, J. A.; Vizuete Corrales, J. E. 2023. Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de la acelga (beta vulgaris) con diferentes dosis de abono orgánico en la parroquia Guasaganda. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná. Ingeniería agronómica. La Maná, Ecuador. Extraído el 8 de Abril de 2024, de: https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10088/1/UTC-PIM-000616.pdf

BOELCKE, O.,1992. *Plantas vasculares de la Argentina, nativas y exóticas.* (2da ed.). Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 334 pp.

BRAVO REZABALA, M. T. 2015. Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres tipos de abonos orgánicos en el Cantón Esmeraldas. Tesis de grado. Universidad técnica estatal de Quevedo. Carrera Ingeniería Agropecuaria. Quevedo, Los ríos, Ecuador. Extraído el 10 de Abril de 2024, de: https://repositorio.uteq.edu.ec/items/5430fdf9-64b7-4c6c-9954-de5836b2b899

CAPA MORA, E. D. 2015. Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo, la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arabica* L.). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Ingeniero Agropecuario. Madrid, España. Extraído el 15 de Mayo de 2024, de https://oa.upm.es/36539/1/EDWIN_DANIEL_CAPA_MORA.pdf

CASIERRA POSADA, F., Zapata Casierra, E.; Chaparro Chaparro, D. A. 2014. Análisis del crecimiento en plantas de acelga (Beta vulgaris L. Cicla, cv. 'Pencas Blancas') expuestas a diferentes calidades de luz. *Agronomía Colombiana*. 32 (2): 205–212.

CASTAGNINO, M.; Díaz, K.; Fernández Lozano, J.; Guisolis, A.; Liverotti, O.; Rosini M.; Sasale, S. 2020. Panorama del sector hortícola argentino: Caracterización y prioridades de la horticultura nacional. *Revista científica oficial de la Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)*, 39(99): 77- 102.

CASTAGNINO, M.; Díaz, K.; Fernández Lozano, J.; Guisolis, A.; Liverotti, O.; Rosini M.; Sasale, S. 2020. Panorama del sector hortícola argentino: Comercialización en el mercado interno y externo. *Revista científica oficial de la Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)*, 39(99): 105- 143.

CFI Consejo Federal de Inversiones. 2021. *Estudio de la Cadena Frutihortícola de la Provincia de Misiones.* Extraído el 8 de Abril de 2024, de:

http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/estudio-de-la-cadena-frutihorticola-de-la-provincia-de-misiones/

DI BENEDETTO, A.; Tognetti, J. 2016. Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA Revista de investigaciones agropecuarias*, 42 (3): 1669-2314.

DIMITRI, M., 1987. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. (3ra ed., Vol. 1). Editorial Acme S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina. 651 pp.

DLAMINI, C.; Masarirambi, M. T.; Wahome, P. K.; Oseni, T. O. The effects of chicken manure application rates on growth and yield of swiss chard (Beta vulgaris va. cicla L.). *Asian Journal of Advances in Agricultural Research.*12 (4): 12-19.

FERNÁNDEZ-LOZANO, J.; Liverotti, O,; Peralta, M.; Castagnino, A.; Díaz, K. E.; Ferraris Castagnino, F. 2018. Dinámica de la comercialización de espárrago (Asparagus officinalis L.) en el MCBA, Argentina. *Libro de Resúmenes del 40° Congreso Argentino de Horticultura.* (pp. 281). Córdoba, Argentina.

GALMARINI, C. 2018. Desafíos y oportunidades de la horticultura en Argentina. *40 Congreso Argentino de Horticultura*. (pp. 22). Córdoba, Argentina.

HATA, F. T.; Spagnuolo, F. A.; Paula, M. T.; Moreira, A. A.; Ventura, M. U.; Fregonezi, G. A. F.; Oliveira, A. L. M. 2019. Bokashi compost and biofertilizer increase lettuce agronomic variables in protected cultivation and indicates substrate microbiological changes. *Emirates Journal of Food y Agriculture*, 32(9): 640 – 646.

HERMOSILLA, A., ALBORNOZ, K. (2023). FISIOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE POSTCOSECHA DE HORTALIZAS DE HOJA DE CUARTA GAMA: UNA REVISIÓN. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, *39*(3), 413-429.

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. 2018. *Censo Nacional Agropecuario 2018*. Extraído el 8 de Abril de 2024, de: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf

INTA. 2023. *Áreas de producciones intensivas: Acciones y resultados 2022- 2023.* Extraído el 4 de Julio de 2024, de: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/15079/INTA_CR_LaPampa-SanLuis_AERGeneralPico_Muguiro_A._Area%20de%20producciones%20intensivas_Acciones%20y%20Resultados%202022-2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INTA. 2006. *Producción de hortalizas bajo cubierta: Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte*. Extraído el 3 de Abril de 2024, de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/17134/INTA_CRPatagoniaN

orte_EEAAltoValle_Iglesias_NB_Producci%C3%B3n_hortalizas_bajo_cubierta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KUMAR, S.; Tripathi, G.; Mishra, G.2021. Response of crop types and farming practices on soil microbial biomass and community structure in tropical agroecosystem by lipid biomarkers. *Journal of soil science and plant nutrition*, 22: 280- 285.

LIGIER, D.; Matteio, H.; Polo, H.; Rosso, J. 1990. Atlas de Suelo de la República Argentina.Tomo II. Provincia de Misiones. SAGyP-INTA.

MELENDEZ VEGA N. D. 2015. Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris L.) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental La María, año 2014. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ingeniería Agropecuaría. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Extraído el 8 de abril de: https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f58b545a-7772-4afe-bf0f-10ab7c2209f7/content

MINISTERIO DEL AGRO Y LA PRODUCCIÓN. 2017. *Plan Hortícola Provincial*. Extraído el 3 de Abril de 2024 de: https://agro.misiones.gob.ar/plan-horticola-provincial/

NAVARRO GARCIA, G; Navarro García, S. 2023. *Fertilizantes Química y Acción.* (2da ed.). MundiPrensa. Madrid, España. 276 pp.

OVIEDO, A. D. 2016. Economía social agraria y políticas públicas: Producción y comercialización de alimentos en la Provincia de Misiones, Argentina. Tesis de Posgrado. Universidad Nacional de Córdoba. Doctorado en Estudios Sociales Agrarios. Córdoba, Argentina. Extraído el 10 de Abril de 2024, de: https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/3043/Oviedo%20AD-2016-EconomiaSocial.pdf?sequence=1&isAllowed=y

QUIROZ, M. Céspedes, C. 2019. Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 19: 237-248.

RODRIGUEZ GUERRA, Y.; Alemán Pérez, R. D.; Domínguez Brito, J.; Soria Re, S.; Hernández Ramos, H.; Salazar Gaibor, C.; Jara, M. 2016. Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de Beta vulgaris L. var. cicla bajo condiciones de invernadero. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 5(2):103-117

SAGyP, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s.f.). *Fertilizantes Enmiendas y Otros*. Extraído el 20 de Enero de 2024, de: https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productos-veterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/fertilizantes-enmiendas-y-otros

SAGyP Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s.f.). *Hortalizas.* Extraído el 20 de Enero de 2024, de: https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenavegetal/hortalizas

SAIJ, Sistema Argentino de Información Jurídica. 1973. *Decreto Nacional de la Ley 20.466 sobre Fertilizantes y Abonos*. Extraído el 4 de Abril de 2024, de: http://www.saij.gob.ar/4830-nacional-decreto-nacional-ley-20466-sobre-fertilizantes-abonos-dn19731004830-1973-05-23/123456789-0abc-038-4001-3791soterced#:~:text=4.,cuenta%20su%20valor%20como%20fertilizantes

SALUNKHE, D. K.; Kadam, S. S. 2004. *Trato de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas.* ACRIBA, S. A. Zaragoza, España. 740 pp.

SANTOS FILHO, B. G.; Lobato, A. K. S.; Silva, R. B.; Schimidt, D.; Costa, R. C. L.; Alves, G. A. R.; Oliveira Neto, C. F. 2009. Growth of Lettuce (Lactuca Sativa L.) In Protected Cultivation and Open Field. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(5): 529-533.

SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, A. 2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones, Argentina.

SILVA, F.; Visentini, J.; Kobs, R.; Costa, M.; Samudio, M.; Thiessen, G.; Landaida, C.; Münz R.; Olinuck, J.; Haberle T. 2022. Enero 2023. *Boletín Meteorológico EEA Montecarlo.*

SILVA, F.; Visentini, J.; Kobs, R.; Costa, M.; Samudio, M.; Thiessen, G.; Landaida, C.; Münz R.; Olinuck, J.; Haberle T. 2022. Estadísticas meteorológicas 2022. *Boletín Meteorológico EEA Montecarlo.* 7: 17.

SILVA, M. F.; Ferreira Santos, R.; Silveira, L.; Tomassoni, F.; Carpinski, M.; Ruffato, J. E. 2013. Efeito da adubação nitrogenada na cultura da acelga (*Beta vulgaris* L. var *cicla*). *Acta Iguazu.* 2(1): 61-65.

9. ANEXO

Figura 10: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la primera fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.3434
p.value Bartlett test (factor_1)    0.6041
p.value Bartlett test (factor_2)    0.9463
p.value Bartlett test (treatments)  0.8141
coefficient of variation (%)       37.0800
first value most discrepant        16.0000
second value most discrepant       13.0000
third value most discrepant        14.0000
```

Figura 11: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.9047
p.value Bartlett test (factor_1)    0.8876
p.value Bartlett test (factor_2)    0.5015
p.value Bartlett test (treatments)  0.8378
coefficient of variation (%)       42.9900
first value most discrepant        20.0000
second value most discrepant       14.0000
third value most discrepant        13.0000
```

Figura 12: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la tercera fecha de muestreo con la función ea2 del paquete estadístico *easyanova*"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.3482
p.value Bartlett test (factor_1)    0.7267
p.value Bartlett test (factor_2)    0.6347
p.value Bartlett test (treatments)  0.7559
coefficient of variation (%)       32.1600
first value most discrepant        13.0000
second value most discrepant       18.0000
third value most discrepant        24.0000
```

Figura 13: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.9642
p.value Bartlett test (factor_1)    0.5773
p.value Bartlett test (factor_2)    0.4399
p.value Bartlett test (treatments)  0.6596
coefficient of variation (%)       33.7300
first value most discrepant        13.0000
second value most discrepant       24.0000
third value most discrepant         1.0000
```

Figura 14: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.3434
p.value Bartlett test (factor_1)    0.6041
p.value Bartlett test (factor_2)    0.9463
p.value Bartlett test (treatments)  0.8141
coefficient of variation (%)       62.9500
first value most discrepant        16.0000
second value most discrepant       13.0000
third value most discrepant        14.0000
```

Figura 15: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.5528
p.value Bartlett test (factor_1)    0.8641
p.value Bartlett test (factor_2)    0.3880
p.value Bartlett test (treatments)  0.7470
coefficient of variation (%)       47.1800
first value most discrepant        20.0000
second value most discrepant       14.0000
third value most discrepant        27.0000
```

Figura 16: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo con la función ea2 del paquete estadístico *easyanova*"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.2564
p.value Bartlett test (factor_1)    0.6626
p.value Bartlett test (factor_2)    0.2506
p.value Bartlett test (treatments)  0.9091
coefficient of variation (%)       46.9200
first value most discrepant        20.0000
second value most discrepant       18.0000
third value most discrepant        26.0000
```

Figura 17: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento absoluto (g dia^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                    values
p.value Shapiro-Wilk test           0.3672
p.value Bartlett test (factor_1)    0.9862
p.value Bartlett test (factor_2)    0.4602
p.value Bartlett test (treatments)  0.9920
coefficient of variation (%)       74.7600
first value most discrepant        21.0000
second value most discrepant        6.0000
third value most discrepant        24.0000
```

Figura 18: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                  values
p.value Shapiro-Wilk test          0.1993
p.value Bartlett test (factor_1)   0.3559
p.value Bartlett test (factor_2)   0.4800
p.value Bartlett test (treatments) 0.7126
coefficient of variation (%)      54.2300
first value most discrepant        5.0000
second value most discrepant      25.0000
third value most discrepant       27.0000
```

Figura 19: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                  values
p.value Shapiro-Wilk test          0.6824
p.value Bartlett test (factor_1)   0.0494
p.value Bartlett test (factor_2)   0.0485
p.value Bartlett test (treatments) 0.2351
coefficient of variation (%)      23.8100
first value most discrepant       29.0000
second value most discrepant      25.0000
third value most discrepant       19.0000
```

Figura 20: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                  values
p.value Shapiro-Wilk test          0.4970
p.value Bartlett test (factor_1)   0.4791
p.value Bartlett test (factor_2)   0.4381
p.value Bartlett test (treatments) 0.1189
coefficient of variation (%)      45.3100
first value most discrepant       29.0000
second value most discrepant      27.0000
third value most discrepant       20.0000
```

Figura 21: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Tasa de crecimiento relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                  values
p.value Shapiro-Wilk test          0.6165
p.value Bartlett test (factor_1)   0.5805
p.value Bartlett test (factor_2)   0.4771
p.value Bartlett test (treatments) 0.9202
coefficient of variation (%)      62.0500
first value most discrepant        6.0000
second value most discrepant      23.0000
third value most discrepant       25.0000
```

Figura 22: Prueba de normalidad "Shapiro Wilk" y homogeneidad de varianza "Barlett" de la variable dependiente "Rendimiento (g $planta^{-1}$)"

```
$`Residual analysis`
$`Residual analysis`$`residual analysis`
                                        values
p.value Shapiro-Wilk test                0.8540
p.value Bartlett test (factor_1)         0.4229
p.value Bartlett test (factor_2)         0.3904
p.value Bartlett test (treatments)       0.4656
coefficient of variation (%)            36.4500
first value most discrepant             23.0000
second value most discrepant             7.0000
third value most discrepant             24.0000
```

Figura 23: Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la primera fecha de muestreo.

Peso 06 DIC

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso 06 DIC	32	0,66	0,50	37,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,45	10	0,04	4,15	0,0029
Bloque	0,34	3	0,11	10,46	0,0002
Dosis	0,02	3	0,01	0,69	0,5684
Variedad	0,01	1	0,01	0,68	0,4189
Dosis*Variedad	0,08	3	0,03	2,46	0,0908
Error	0,23	21	0,01		
Total	0,67	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14441

Error: 0,0107 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
2	0,42	8	0,04	A	
3	0,34	8	0,04	A	
4	0,19	8	0,04		B
1	0,18	8	0,04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14441

Error: 0,0107 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	0,31	8	0,04	A
1	0,29	8	0,04	A
0	0,27	8	0,04	A
3	0,24	8	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07619

Error: 0,0107 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Verde	0,29	16	0,03	A
Penca Blanca	0,26	16	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24576

Error: 0,0107 gl: 21

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Verde	0,41	4	0,05	A
1	Penca Verde	0,30	4	0,05	A
3	Penca Blanca	0,29	4	0,05	A
1	Penca Blanca	0,29	4	0,05	A
0	Penca Blanca	0,27	4	0,05	A
0	Penca Verde	0,27	4	0,05	A
2	Penca Blanca	0,22	4	0,05	A
3	Penca Verde	0,20	4	0,05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 24: Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la segunda fecha de muestreo.

Peso 20 DIC

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso 20 DIC	32	0,63	0,46	42,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38,21	10	3,82	3,59	0,0065
Bloque	27,19	3	9,06	8,52	0,0007
Dosis	0,83	3	0,28	0,26	0,8527
Variedad	8,22	1	8,22	7,73	0,0112
Dosis*Variedad	1,97	3	0,66	0,62	0,6111
Error	22,33	21	1,06		
Total	60,55	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43728

Error: 1,0636 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
3	3,47	8	0,36	A	
2	3,16	8	0,36	A	
4	1,49	8	0,36		B
1	1,48	8	0,36		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43728

Error: 1,0636 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
1	2,64	8	0,36	A
2	2,40	8	0,36	A
0	2,37	8	0,36	A
3	2,19	8	0,36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

```
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75826
Error: 1,0636 gl: 21
 Variedad     Medias n  E.E.
Penca Verde     2,91 16 0,26 A
Penca Blanca    1,89 16 0,26    B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
```

```
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,44596
Error: 1,0636 gl: 21
Dosis  Variedad     Medias n  E.E.
1      Penca Verde    3,53  4 0,52 A
0      Penca Verde    2,92  4 0,52 A
2      Penca Verde    2,63  4 0,52 A
3      Penca Verde    2,55  4 0,52 A
2      Penca Blanca   2,18  4 0,52 A
3      Penca Blanca   1,83  4 0,52 A
0      Penca Blanca   1,81  4 0,52 A
1      Penca Blanca   1,75  4 0,52 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
```

Figura 25: Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la tercera fecha de muestreo.

```
$`Analysis of variance`
                  df type III SS mean square F value    p>F
factor_1           3     20.8146      6.9382  1.4809   0.25
factor_2           1     56.4631     56.4631 12.0517 0.0024
blocks             3    190.8578     63.6193 13.5791 <0.001
factor_1:factor_2  3     12.6171      4.2057  0.8977 0.4596
residuals         20     93.7016      4.6851       -      -

$`Adjusted means (factor 1)`
  factor_1 adjusted.mean standard.error tukey snk duncan t scott_knott
1        3        7.7412         0.7653     a   a      a a           a
2        2        7.2259         0.8350     a   a      a a           a
3        0        6.6604         0.7653     a   a      a a           a
4        1        5.5567         0.7653     a   a      a a           a

$`Adjusted means (factor 2)`
  factor_2 adjusted.mean standard.error tukey snk duncan t scott_knott
1        2      8.155645         0.5663     a   a      a a           a
2        1      5.436458         0.5411     b   b      b b           b
```

Figura 26: Análisis estadístico de la variable dependiente "Materia seca (g planta^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo.

Peso 17 ENE

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso 17 ENE	32	0,47	0,22	33,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	402,70	10	40,27	1,86	0,1116
Bloque	367,19	3	122,40	5,64	0,0054
Dosis	13,56	3	4,52	0,21	0,8894
Variedad	2,7E-04	1	2,7E-04	1,3E-05	0,9972
Dosis*Variedad	21,95	3	7,32	0,34	0,7984
Error	455,39	21	21,69		
Total	858,09	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,48992

Error: 21,6851 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
3	17,19	8	1,65	A	
2	17,08	8	1,65	A	
1	11,37	8	1,65	A	B
4	9,59	8	1,65		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,48992

Error: 21,6851 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	14,73	8	1,65	A
3	14,03	8	1,65	A
1	13,48	8	1,65	A
0	12,98	8	1,65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,42388

Error: 21,6851 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Blanca	13,81	16	1,16	A
Penca Verde	13,80	16	1,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,04455

Error: 21,6851 gl: 21

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Blanca	15,94	4	2,33	A
1	Penca Verde	14,11	4	2,33	A
3	Penca Verde	14,10	4	2,33	A
3	Penca Blanca	13,96	4	2,33	A
2	Penca Verde	13,52	4	2,33	A
0	Penca Blanca	13,48	4	2,33	A
0	Penca Verde	13,48	4	2,33	A
1	Penca Blanca	11,85	4	2,33	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 27: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g día^{-1})" en la primera fecha de muestreo.

TCA 1

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCA 1	32	0,66	0,50	42,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,1E-03	10	3,1E-04	4,15	0,0029
Bloque	2,3E-03	3	7,8E-04	10,46	0,0002
Dosis	1,5E-04	3	5,1E-05	0,69	0,5684
Variedad	5,3E-05	1	5,3E-05	0,71	0,4076
Dosis*Variedad	5,5E-04	3	1,8E-04	2,46	0,0908
Error	1,6E-03	21	7,5E-05		
Total	4,7E-03	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01203

Error: 0,0001 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
2	0,03	8	3,1E-03	A	
3	0,02	8	3,1E-03	A	
4	0,01	8	3,1E-03		B
1	0,01	8	3,1E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01203

Error: 0,0001 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	0,02	8	3,1E-03	A
1	0,02	8	3,1E-03	A
0	0,02	8	3,1E-03	A
3	0,02	8	3,1E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00635

Error: 0,0001 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Verde	0,02	16	2,2E-03	A
Penca Blanca	0,02	16	2,2E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02048

Error: 0,0001 gl: 21

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Verde	0,03	4	4,3E-03	A
1	Penca Verde	0,02	4	4,3E-03	A
3	Penca Blanca	0,02	4	4,3E-03	A
1	Penca Blanca	0,02	4	4,3E-03	A
0	Penca Verde	0,02	4	4,3E-03	A
0	Penca Blanca	0,02	4	4,3E-03	A
2	Penca Blanca	0,02	4	4,3E-03	A
3	Penca Verde	0,01	4	4,3E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 28: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g día^{-1})" en la segunda fecha de muestreo.

TCA 2

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCA 2	32	0,61	0,42	47,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	10	0,02	3,27	0,0106
Bloque	0,11	3	0,04	7,32	0,0015
Dosis	3,4E-03	3	1,1E-03	0,22	0,8783
Variedad	0,04	1	0,04	7,74	0,0112
Dosis*Variedad	0,01	3	4,0E-03	0,78	0,5206
Error	0,11	21	0,01		
Total	0,27	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09956

Error: 0,0051 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
3	0,22	8	0,03	A	
2	0,20	8	0,03	A	
4	0,09	8	0,03		B
1	0,09	8	0,03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09956

Error: 0,0051 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
1	0,17	8	0,03	A
0	0,15	8	0,03	A
2	0,15	8	0,03	A
3	0,14	8	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05252

Error: 0,0051 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.		
Penca Verde	0,19	16	0,02	A	
Penca Blanca	0,12	16	0,02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16942

Error: 0,0051 gl: 21

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
1	Penca Verde	0,23	4	0,04	A
0	Penca Verde	0,19	4	0,04	A
3	Penca Verde	0,17	4	0,04	A
2	Penca Verde	0,16	4	0,04	A
0	Penca Blanca	0,14	4	0,04	A
2	Penca Blanca	0,11	4	0,04	A
3	Penca Blanca	0,11	4	0,04	A
1	Penca Blanca	0,10	4	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 29: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g día^{-1})" en la tercera fecha de muestreo.

```
$`Analysis of variance`
                  df type III SS mean square F value    p>F
factor_1           3      0.1514      0.0505  2.3454 0.1035
factor_2           1      0.1148      0.1148  5.3327 0.0317
blocks             3      0.4621      0.1540  7.1558 0.0019
factor_1:factor_2  3      0.0489      0.0163  0.7578 0.5309
residuals         20      0.4305      0.0215       -      -

$`Adjusted means (factor 1)`
  factor_1 adjusted.mean standard.error tukey snk duncan  t scott_knott
1        3        0.3967         0.0519     a   a      a  a           a
2        2        0.3462         0.0566     a   a     ab ab           a
3        0        0.3067         0.0519     a   a     ab ab           a
4        1        0.2083         0.0519     a   a      b  b           a

$`Adjusted means (factor 2)`
  factor_2 adjusted.mean standard.error tukey snk duncan t scott_knott
1        2     0.3757703         0.0384     a   a      a a           a
2        1     0.2531696         0.0367     b   b      b b           b
```

Figura 30: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Absoluto (g día^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo.

TCA 4

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCA 4	32	0,21	0,00	74,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	10	0,08	0,57	0,8171
Bloque	0,25	3	0,08	0,62	0,6069
Dosis	0,03	3	0,01	0,07	0,9760
Variedad	0,40	1	0,40	3,04	0,0959
Dosis*Variedad	0,08	3	0,03	0,20	0,8919
Error	2,77	21	0,13		
Total	3,53	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50636

Error: 0,1320 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	0,60	8	0,13	A
1	0,50	8	0,13	A
2	0,49	8	0,13	A
4	0,36	8	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50636

Error: 0,1320 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
1	0,53	8	0,13	A
0	0,49	8	0,13	A
2	0,48	8	0,13	A
3	0,45	8	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26714

Error: 0,1320 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Blanca	0,60	16	0,09	A
Penca Verde	0,37	16	0,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,86173

Error: 0,1320 gl: 21

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Blanca	0,66	4	0,18	A
3	Penca Blanca	0,59	4	0,18	A
1	Penca Blanca	0,58	4	0,18	A
0	Penca Blanca	0,56	4	0,18	A
1	Penca Verde	0,48	4	0,18	A
0	Penca Verde	0,41	4	0,18	A
3	Penca Verde	0,31	4	0,18	A
2	Penca Verde	0,30	4	0,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 31: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la primera fecha de muestreo.

Análisis de la varianza

TCR 1

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCR 1	32	0,18	0,00	32,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,8E-03	0,74	0,6376
Dosis	2,8E-03	3	9,4E-04	0,39	0,7643
Variedad	2,5E-05	1	2,5E-05	0,01	0,9199
Dosis*Variedad	0,01	3	3,3E-03	1,35	0,2826
Error	0,06	24	2,4E-03		
Total	0,07	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06795

Error: 0,0024 gl: 24

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	0,17	8	0,02	A
1	0,16	8	0,02	A
3	0,14	8	0,02	A
0	0,14	8	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03595

Error: 0,0024 gl: 24

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Verde	0,15	16	0,01	A
Penca Blanca	0,15	16	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11537

Error: 0,0024 gl: 24

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Verde	0,19	4	0,02	A
1	Penca Blanca	0,16	4	0,02	A
3	Penca Blanca	0,16	4	0,02	A
1	Penca Verde	0,16	4	0,02	A
0	Penca Blanca	0,15	4	0,02	A
0	Penca Verde	0,14	4	0,02	A
2	Penca Blanca	0,14	4	0,02	A
3	Penca Verde	0,13	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 32: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la segunda fecha de muestreo.

TCR 2

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCR 2	32	0,42	0,25	22,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	7	3,0E-03	2,45	0,0481
Dosis	1,5E-03	3	5,1E-04	0,42	0,7394
Variedad	0,01	1	0,01	4,28	0,0495
Dosis*Variedad	0,01	3	4,7E-03	3,86	0,0219
Error	0,03	24	1,2E-03		
Total	0,05	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04822

Error: 0,0012 gl: 24

Dosis	Medias	n	E.E.	
0	0,16	8	0,01	A
3	0,16	8	0,01	A
1	0,15	8	0,01	A
2	0,14	8	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02551

Error: 0,0012 gl: 24

Variedad	Medias	n	E.E.		
Penca Verde	0,17	16	0,01	A	
Penca Blanca	0,14	16	0,01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08187

Error: 0,0012 gl: 24

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
3	Penca Verde	0,19	4	0,02	A
0	Penca Verde	0,18	4	0,02	A
1	Penca Verde	0,18	4	0,02	A
2	Penca Blanca	0,16	4	0,02	A
0	Penca Blanca	0,14	4	0,02	A
3	Penca Blanca	0,13	4	0,02	A
1	Penca Blanca	0,13	4	0,02	A
2	Penca Verde	0,12	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 33: Análisis estadístico con el Software R, de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo" en la segunda fecha de muestreo, para determinar la interacción específica entre la dosis y variedad.

```
------------------------------------------------------------
----------
Legenda:
FATOR 1:  Dosis de abono
FATOR 2:  Variedad
------------------------------------------------------------
----------


Quadro da analise de variancia
------------------------------------------------------------
----------
                        GL       SQ QM     Fc   Pr>Fc
Bloco                    3 0.001728  3 0.4382 0.72798
Dosis de abono           3 0.001545  2 0.3917 0.76019
Variedad                 1 0.005230  6 3.9789 0.05921
Dosis de abono*Variedad  3 0.014163  5 3.5920 0.03073
Residuo                 21 0.027601  4
Total                   31 0.050266  1
------------------------------------------------------------
----------
CV = 23.81 %

------------------------------------------------------------
----------
Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-Wilk)
valor-p:  0.6823807
De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia,
os residuos podem ser considerados normais.
------------------------------------------------------------
----------
```

```
Interacao significativa: desdobrando a interacao
----------------------------------------------------------------
----------

Desdobrando  Dosis de abono  dentro de cada nivel de  Variedad
----------------------------------------------------------------
----------
----------------------------------------------------------------
----------
Quadro da analise de variancia
----------------------------------------------------------------
----------
                                    GL      SQ      QM     Fc
Pr.Fc
Bloco                                3 0.00173 0.00058 0.4382
0.728
Variedad                             1 0.00523 0.00523 3.9789
0.0592
Dosis de abono:Variedad Penca Ancha  3 0.00393 0.00131  0.998
0.4132
Dosis de abono:Variedad Penca Verde  3 0.01177 0.00392 2.9858
0.0543
Residuo                             21 0.02760 0.00131
Total                               31 0.05027 0.00162
----------------------------------------------------------------
----------



 Dosis de abono  dentro do nivel  Penca Ancha  de  Variedad

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao
estatisticamente iguais.
----------------------------------------------------------------
----------
  Niveis    Medias
0      0 0.1417115
1      1   1251244
2      2   1642557
3      3   1268772
----------------------------------------------------------------
----------
```

```
 Dosis de abono  dentro do nivel  Penca Verde  de  Variedad

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao
estatisticamente iguais.
-------------------------------------------------------------
----------
  Niveis    Medias
0      0 0.1756894
1      1 0.1756723
2      2 0.1191399
3      3 0.1897371
-------------------------------------------------------------
----------



Desdobrando  Variedad  dentro de cada nivel de  Dosis de abono
-------------------------------------------------------------
----------
-------------------------------------------------------------
----------
Quadro da analise de variancia
-------------------------------------------------------------
----------
                          GL      SQ      QM     Fc  Pr.Fc
Bloco                      3 0.00173 0.00058 0.4382  0.728
Dosis de abono             3 0.00154 0.00051 0.3917 0.7602
Variedad:Dosis de abono 0  1 0.00231 0.00231 1.7568 0.1993
Variedad:Dosis de abono 1  1 0.00511 0.00511 3.8881 0.0619
Variedad:Dosis de abono 2  1 0.00407 0.00407 3.0973  0.093
Variedad:Dosis de abono 3  1 0.00790 0.00790 6.0128  0.023
Residuo                   21 0.02760 0.00131
Total                     31 0.05027 0.00162
-------------------------------------------------------------
----------
```

```
 Variedad  dentro do nivel  0  de  Dosis de abono

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao
estatisticamente iguais.
-------------------------------------------------------------
----------
       Niveis    Medias
1 Penca Ancha 0.1417115
2 Penca Verde 0.1756894
-------------------------------------------------------------
----------


 Variedad  dentro do nivel  1  de  Dosis de abono

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao
estatisticamente iguais.
-------------------------------------------------------------
----------
       Niveis    Medias
1 Penca Ancha 0.1251244
2 Penca Verde 0.1756723
-------------------------------------------------------------
----------


 Variedad  dentro do nivel  2  de  Dosis de abono

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao
estatisticamente iguais.
-------------------------------------------------------------
----------
       Niveis    Medias
1 Penca Ancha 0.1642557
2 Penca Verde 0.1191399
-------------------------------------------------------------
----------


 Variedad  dentro do nivel  3  de  Dosis de abono
-------------------------------------------------------------
----------
Teste de Tukey
-------------------------------------------------------------
----------
Grupos Tratamentos Medias
a      Penca Verde      0.1897371
 b     Penca Ancha      0.1268772
-------------------------------------------------------------
----------
```

Figura 34: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g g^{-1} dia^{-1})" en la tercera fecha de muestreo.

TCR 3

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCR 3	32	0,18	0,00	43,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	8,7E-04	0,76	0,6227
Dosis	4,0E-03	3	1,3E-03	1,16	0,3453
Variedad	1,1E-03	1	1,1E-03	0,95	0,3399
Dosis*Variedad	1,0E-03	3	3,5E-04	0,31	0,8213
Error	0,03	24	1,1E-03		
Total	0,03	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04668

Error: 0,0011 gl: 24

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	0,09	8	0,01	A
3	0,09	8	0,01	A
0	0,07	8	0,01	A
1	0,06	8	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02470

Error: 0,0011 gl: 24

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Verde	0,08	16	0,01	A
Penca Blanca	0,07	16	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07926

Error: 0,0011 gl: 24

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	Penca Verde	0,10	4	0,02	A
3	Penca Verde	0,09	4	0,02	A
3	Penca Blanca	0,08	4	0,02	A
2	Penca Blanca	0,08	4	0,02	A
0	Penca Blanca	0,07	4	0,02	A
0	Penca Verde	0,07	4	0,02	A
1	Penca Verde	0,07	4	0,02	A
1	Penca Blanca	0,06	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 35: Análisis estadístico de la variable dependiente "Tasa de Crecimiento Relativo (g $g^{-1}dia^{-1}$)" en la cuarta fecha de muestreo.

TCR 4

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TCR 4	32	0,29	0,09	62,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,6E-03	1,42	0,2445
Dosis	8,3E-04	3	2,8E-04	0,24	0,8650
Variedad	0,01	1	0,01	8,91	0,0064
Dosis*Variedad	3,2E-04	3	1,1E-04	0,09	0,9635
Error	0,03	24	1,1E-03		
Total	0,04	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04657

Error: 0,0011 gl: 24

Dosis	Medias	n	E.E.	
1	0,06	8	0,01	A
0	0,06	8	0,01	A
3	0,05	8	0,01	A
2	0,05	8	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02464

Error: 0,0011 gl: 24

Variedad	Medias	n	E.E.		
Penca Blanca	0,07	16	0,01	A	
Penca Verde	0,04	16	0,01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07906

Error: 0,0011 gl: 24

Dosis	Variedad	Medias	n	E.E.	
1	Penca Blanca	0,08	4	0,02	A
0	Penca Blanca	0,07	4	0,02	A
3	Penca Blanca	0,07	4	0,02	A
2	Penca Blanca	0,07	4	0,02	A
0	Penca Verde	0,05	4	0,02	A
1	Penca Verde	0,04	4	0,02	A
2	Penca Verde	0,03	4	0,02	A
3	Penca Verde	0,03	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 36: Análisis estadístico de la variable dependiente "Rendimiento (g planta^{-1})" en la cuarta fecha de muestreo.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rendimiento (grampos plant..	32	0,48	0,23	36,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72045,03	10	7204,50	1,91	0,1019
Bloque	58012,80	3	19337,60	5,12	0,0081
Dosis	4821,53	3	1607,18	0,43	0,7365
Variedad	1568,00	1	1568,00	0,42	0,5262
Dosis*Variedad	7642,69	3	2547,56	0,67	0,5770
Error	79264,47	21	3774,50		
Total	151309,50	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=85,62248

Error: 3774,4988 gl: 21

Bloque	Medias	n	E.E.		
3	226,96	8	21,72	A	
2	191,50	8	21,72	A	B
4	128,58	8	21,72		B
1	127,13	8	21,72		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=85,62248

Error: 3774,4988 gl: 21

Dosis	Medias	n	E.E.	
1	181,38	8	21,72	A
3	178,83	8	21,72	A
2	162,67	8	21,72	A
0	151,29	8	21,72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=45,17179

Error: 3774,4988 gl: 21

Variedad	Medias	n	E.E.	
Penca Verde	175,54	16	15,36	A
Penca Blanca	161,54	16	15,36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

RIDUNaM
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Formulario de autorización de depósito de tesis/trabajo integrador final en la Comunidad Ciencias Agrarias del RIDUNaM (Repositorio Institucional Digital de la UNaM)

Por intermedio de la presente, el abajo firmante, AUTOR del trabajo integrador final (grado) titulado **"Comportamiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) en respuesta a la aplicación de abono orgánico tipo bokashi en suelos rojos profundos de la localidad de Eldorado, Misiones (Argentina)."** da FE de la autoría y originalidad de la obra mencionada, que fue dirigido por Ing. Agr. VILLALBA Franco Ramiro e Ing. Agr. Rivaldi Noelia, presentada y defendida en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (FCF-UNaM), el 20/12/2024, Acta N°183902, con el fin de obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Tildar según corresponda
[ ] Tesis de Posgrado
[ ] Doctorado [ ] Maestría [ ] Trabajo Final Integrador
[X] **Tesis de Grado**

Derechos patrimoniales
Como autor, expreso mi conformidad en cuanto a la cesión gratuita de los derechos de reproducción y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Dicha reproducción y circulación se podrá realizar, una o varias veces, en cualquier soporte, para todo el mundo, con fines sociales, educativos y científicos.
En virtud del carácter no exclusivo de esta cesión, el autor podrá reproducir y comunicar libremente la tesis o trabajo final integrador, a través de los medios que estime oportunos.

Condiciones de acceso en línea
[X] Autorizo el depósito de la tesis o trabajo final integrador en forma inmediata
[ ] Autorizo el depósito del documento con embargo por el plazo de _____ meses a partir de la defensa de la misma.

Condiciones de uso de la tesis/TFI
Será puesta a disposición pública bajo las siguientes condiciones de uso:

	(BY) Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).
	(NC) No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
	(SA) Permite trabajos derivados — Siempre que se mantenga la misma licencia.
BY NC SA	**Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual (by-nc-sa):** No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

Referencias:
CC (Licencias Creative Commons).
BY (Atribución).
NC (No comercial).
SA (Compartir igual).

RIDUNaM
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Dados personales (llenar un cuadro por cada autor)

Apellido y Nombres	VASSALLO, Laura Glenda
Teléfono/Celular	+54 9 3755 57-0455
Correo electrónico	glendavasallo@gmail.com

Se firma la presente en la Ciudad de Eldorado, Misiones a los 20 días del mes de diciembre de 2024.

Firma	38.040.112 Tipo y N° Documento	Vassallo Laura Glenda Aclaración