

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**EFFECTO DE LA PODA EN ETAPA DE ALMÁCIGO SOBRE EL DESARROLLO
INICIAL DE HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN LOS SANTOS**

YARELÍ YASSIEL MAGALLÓN VELÁSQUEZ

LAS TABLAS, LOS SANTOS
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2026

EFFECTO DE LA PODA EN ETAPA DE ALMÁCIGO SOBRE EL DESARROLLO INICIAL DE HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN LOS SANTOS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF: MSc. JANETH URRIOLA

DIRECTOR

PROF: MSc. FRANKLIN WILCOX

ASESOR

PROF: MSc. JOSÉ RIVERA

ASESOR

LAS TABLAS, LOS SANTOS

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2026

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la paciencia y la sabiduría necesarias para no rendirme y seguir adelante hasta alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi familia, quienes han sido mi base, mi abrigo y mi mayor motivación, gracias por apoyarme siempre pensando en un mejor futuro, en mis intereses y mi mejor versión del mañana... y hoy ya es mañana.

Mi sincero agradecimiento a Franklin Sáez por abrirme las puertas de su cultivo y confiar en mí para realizar esta investigación, brindándome su apoyo y disposición en todo momento, lo cual hizo posible el desarrollo de este trabajo.

De manera especial, a mi profesora Janeth Urriola y asesores por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes académicos a lo largo de este proceso, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Extiendo mi gratitud a mis amigos Juan y Moisés por estar conmigo en los momentos más difíciles del trabajo en campo, por su ayuda, su ánimo y su amistad sincera, que fueron fundamentales para superar cada obstáculo durante esta etapa.

Yarelí Yassiel Magallón Velásquez

DEDICATORIA

A mi mamá, Yanira Velásquez, cuyo amor ha sido el refugio más seguro y la fuerza que me sostiene cada día. Gracias por tus sacrificios, por tus palabras de aliento y por enseñarme que todo sueño es posible cuando se lucha con el corazón.

A mi papá, Marcelino Magallón, por ser mi guía silenciosa pero constante, por enseñarme con acciones más que con palabras que la disciplina y la humildad abren caminos donde antes no los había.

A mi hermana, Yarlenys Sofía, gracias por recordarme siempre que vale la pena esforzarse para ser mejor.

Y, con especial amor, dedico este trabajo a alguien que ya no está físicamente conmigo, pero que dejó una huella eterna en mi vida: Eliecer “Kakin” Pérez (q.e.p.d). Gracias por ser mi fuerza en los días difíciles, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por inspirar en mí la determinación de llegar hasta aquí. Tu recuerdo vive en cada logro, en cada paso que doy y en cada victoria que hoy celebro. Este triunfo también es tuyo.

A todos ustedes, con el alma en la mano, les dedico este logro que lleva un pedacito de cada uno de sus corazones.

Yareli Yassiel Magallón Velásquez

EFFECTO DE LA PODA EN ETAPA DE ALMÁCIGO SOBRE EL DESARROLLO INICIAL DE HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN LOS SANTOS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS LAS TABLAS, PROVINCIA DE LOS SANTOS.

Magallón Velásquez, Y. Y. 2026. Efecto de la poda en etapa de almácigo sobre el desarrollo inicial de híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) en los santos. Tesis ing. Agronómica en Cultivos Tropicales. Los Santos, Panamá. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 81 páginas.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la poda en etapa de almácigo sobre el desarrollo inicial de híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) en Los Santos. Se evaluaron variables como volumen de raíz, diámetro del pseudotallo, peso fresco, altura, número de hojas y porcentaje de plantas aptas para trasplante, bajo un diseño de bloques completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los datos fueron analizados mediante pruebas de Shapiro-Wilk, ANOVA, Kruskal-Wallis y Tukey, con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos en la mayoría de las variables evaluadas, destacándose el tratamiento ocho (sin poda) con los mayores valores en volumen de raíz, peso fresco y altura, y el tratamiento seis (poda a los 35 ddg) en número de hojas. El tratamiento siete (sin poda) presentó el mayor diámetro del pseudotallo. No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de plantas aptas para trasplante, manteniéndose valores superiores al 96 %, lo que evidencia una alta uniformidad en la calidad de las plántulas. Bajo las condiciones del estudio, los tratamientos sin poda favorecieron en mayor medida el crecimiento y vigor de las plántulas de cebolla, mientras que la poda solo mostró ventajas en el número de hojas, indicando que la ausencia de poda permite un mejor desarrollo inicial del cultivo.

Palabras claves: Desarrollo vegetal, plántulas, rendimiento, semilleros.

EFFECT OF PRUNING AT THE SEEDLING STAGE ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF ONION HYBRIDS (*Allium cepa* L.) IN LOS SANTOS. FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES, LAS TABLAS, PROVINCE OF LOS SANTOS.

Magallón Velásquez, Y. Y. 2026. *Effect of Pruning at the Seedling Stage on the Initial Development of Onion Hybrids (*Allium cepa* L.) in Los Santos.* Thesis in Agronomic Engineering in Tropical Crops. Los Santos, Panama. University of Panama. Faculty of Agricultural Sciences. 81 pages.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of pruning during the seedling stage on the initial development of onion hybrids (*Allium cepa* L.) in Los Santos. Variables such as root volume, pseudostem diameter, fresh weight, height, number of leaves, and percentage of plants suitable for transplanting were evaluated using a completely randomized block design with eight treatments and three replications. Data were analyzed using Shapiro-Wilk, ANOVA, Kruskal-Wallis, and Tukey tests, with a significance level of 5%. The results showed significant differences between treatments in most of the evaluated variables. Treatment eight (no pruning) stood out with the highest values for root volume, fresh weight, and height, while treatment six (pruning at 35 days after germination) had the highest number of leaves. Treatment seven (no pruning) exhibited the largest pseudostem diameter. No significant differences were observed in the percentage of plants suitable for transplanting, with values remaining above 96%, demonstrating high uniformity in seedling quality. Under the study conditions, the treatments without pruning favored the growth and vigor of the onion seedlings to a greater extent, while pruning only showed advantages in the number of leaves, indicating that the absence of pruning allows for better initial crop development.

Keywords: Plant development, seedlings, yield, seedbeds.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiv |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2 Antecedentes | 5 |
| 1.3 Justificación | 6 |
| 1.4 Objetivos | 7 |
| 1.4.1 Objetivo general | 7 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 8 |
| 1.5 Hipótesis | 8 |
| 1.6 Alcances y limitaciones del estudio | 9 |
| 1.6.1 Alcances del trabajo | 9 |

| | | |
|---------|---|----|
| 1.6.2 | Limitaciones | 9 |
| 2. | REVISIÓN DE LITERATURA | 10 |
| 2.1 | Origen y taxonomía de <i>Allium cepa</i> | 10 |
| 2.1.2 | Descripción de la planta..... | 11 |
| 2.1.2.1 | Semilla..... | 11 |
| 2.1.2.2 | Raíz..... | 11 |
| 2.1.2.3 | Tallo | 12 |
| 2.1.2.4 | Hojas..... | 12 |
| 2.1.2.5 | Flores..... | 12 |
| 2.1.2.6 | Bulbo | 13 |
| 2.1.2.7 | Fruto | 14 |
| 2.1.3 | Condiciones climáticas y edafológicas óptimas para el semillero... 14 | |
| 3. | MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 3.1 | Área de estudio..... | 15 |
| 3.2 | Material genético | 16 |
| 3.3 | Preparación del semillero | 17 |
| 3.4 | Establecimiento de los tratamientos | 18 |
| 3.5 | Semilleros | 19 |
| 3.6 | Fertilización..... | 22 |
| 3.7 | Control de malezas..... | 23 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 3.8 | Diseño experimental..... | 23 |
| 3.9 | Podas..... | 25 |
| 3.9.1 | PARÁMETROS EVALUADOS..... | 27 |
| 3.9.1.1 | Volumen de raíz: | 27 |
| 3.9.1.2 | Diámetro del pseudotallo (mm):..... | 27 |
| 3.9.1.3 | Peso fresco de la plántula (g):..... | 27 |
| 3.9.1.4 | Altura de la plántula (cm): | 27 |
| 3.9.1.5 | Número de hojas: | 27 |
| 3.9.1.6 | Porcentaje de plántulas aptas para el trasplante: | 28 |
| 3.9.1.7 | Análisis económico por poda..... | 28 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 29 |
| 4.1 | Variable volumen de raíz (ml) | 29 |
| 4.2 | Diámetro del pseudotallo (mm) | 33 |
| 4.3 | Peso fresco de la plántula (g)..... | 36 |
| 4.4 | Altura de la planta (cm) | 40 |
| 4.5 | Número de hojas..... | 44 |
| 4.6 | Porcentajes de plantas aptas para trasplante (%) | 49 |
| 4.7 | Análisis económico por poda..... | 56 |
| 5. | CONCLUSIONES | 57 |
| 6. | RECOMENDACIONES | 59 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 7. REFERENCIAS CITADAS..... | 60 |
| 8. ANEXOS..... | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Taxonomía de la cebolla | 10 |
| Tabla 2. Aplicaciones fitosanitarias y nutricionales | 22 |
| Tabla 3. Factores | 24 |
| Tabla 4. Tratamientos..... | 24 |
| Tabla 5. ANOVA para la variable volumen de raíz | 30 |
| Tabla 6. Prueba de Tukey para la variable volumen de raíz | 31 |
| Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis para repeticiones en la variable diámetro del pseudotallo..... | 33 |
| Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis para tratamientos en la variable diámetro del pseudotallo..... | 34 |
| Tabla 9. ANOVA para la variable peso fresco de la plántula | 37 |
| Tabla 10. Prueba de Tukey para la variable peso fresco de la plántula | 38 |
| Tabla 11. ANOVA para la variable altura de la planta | 41 |
| Tabla 12. Prueba de Tukey para la variable altura de la planta | 42 |
| Tabla 13. ANOVA para la variable número de hojas | 45 |
| Tabla 14. Prueba de Tukey para repeticiones en la variable número de hojas ... | 46 |
| Tabla 15. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable número de hojas... | 47 |
| Tabla 16. Pruebas de normalidad para repeticiones en la variable plantas aptas para el trasplante | 50 |
| Tabla 17. Pruebas de normalidad para tratamientos en la variable plantas aptas para trasplante | 51 |

| | |
|---|----|
| Tabla 18. Prueba de Kruskal-Wallis para repeticiones en la variable plantas aptas para trasplante | 52 |
| Tabla 19. Prueba de Kruskal-Wallis para tratamientos en plantas aptas para trasplante | 54 |
| Tabla 20. Costo total sin poda..... | 56 |
| Tabla 21. Costo total con poda..... | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación del ensayo..... | 15 |
| Figura 2. Híbridos campo lindo y polaris..... | 17 |
| Figura 3. Preparación del semillero | 18 |
| Figura 4. Establecimiento de los tratamientos | 19 |
| Figura 5. Establecimiento del almácigo de cebolla en condiciones de invernadero | 21 |
| Figura 6. Control manual de malezas | 23 |
| Figura 7. Podas | 26 |
| Figura 8. Promedio de los tratamientos para la variable volumen de raíz | 32 |
| Figura 9. Promedio de los tratamientos para la variable diámetro del pseudotallo | 35 |
| Figura 10. Promedio de los tratamientos para la variable peso fresco de la plántula | 40 |
| Figura 11. Promedio de los tratamientos en altura de la planta | 44 |
| Figura 12. Promedio de los tratamientos en número de hojas..... | 48 |
| Figura 13. Promedio de las repeticiones en plantas aptas para trasplante..... | 53 |
| Figura 14. Promedio de los tratamientos en plantas aptas para el trasplante | 55 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1 Selección del área y establecimiento de tratamientos en almácigo | 65 |
| Anexo 2 Confección de líneas para siembra y división de tratamientos | 65 |
| Anexo 3 Siembra de los híbridos y cobertura con sustrato orgánico | 65 |
| Anexo 4 Aplicación fúngica compuesta después de la siembra | 66 |
| Anexo 5 Identificación de los tratamientos | 66 |
| Anexo 6 Identificación de malezas | 66 |
| Anexo 7 Tijera para las podas | 66 |
| Anexo 8 Tratamientos para toma de datos | 66 |
| Anexo 9 Materiales utilizados para la toma de datos | 67 |
| Anexo 10 Toma de altura de la planta | 67 |
| Anexo 11 Conteo de plantas aptas para trasplante | 67 |
| Anexo 12 Pie de rey utilizado para tomar el diámetro del pseudotallo | 67 |

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más antiguas cultivadas por el ser humano, con registros de su uso que se remontan a más de cinco mil años en regiones del Asia Central y Oriente Medio. Desde sus primeras domesticaciones, este cultivo se ha difundido ampliamente debido a su importancia alimentaria, medicinal y económica, consolidándose como un componente fundamental en la dieta de numerosas culturas. En la actualidad, la cebolla ocupa una posición destacada a nivel mundial, situándose como la tercera hortaliza más cultivada por superficie, después de la papa y el tomate.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024), en el año 2022 se registró una superficie cosechada aproximada de 5.9 millones de hectáreas, con una producción superior a los 110 millones de toneladas.

En Panamá, el cultivo de cebolla representa una actividad agrícola de gran relevancia para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de las zonas rurales. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA, 2024), la producción nacional se concentra principalmente en las provincias de Chiriquí, Coclé y Los Santos, las cuales aportan más del 90 % del total. Aunque la provincia de Los Santos destaca por registrar elevados rendimientos por hectárea, su volumen total de producción continúa siendo inferior al de otras regiones, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las prácticas de manejo agronómico utilizadas por los productores locales.

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores durante el establecimiento del cultivo es la obtención de plántulas vigorosas, uniformes y con adecuada estructura radicular. En la etapa de almácigo, las plantas pueden presentar crecimiento irregular, debilidad del pseudotallo y bajo desarrollo radicular, lo que afecta negativamente su adaptación al trasplante y su posterior desarrollo en campo. Ante esta situación, la poda de hojas en semillero ha sido utilizada como una práctica cultural orientada a mejorar la calidad de las plántulas, favorecer su uniformidad y reducir las pérdidas durante el proceso de selección y trasplante (Toledo, 2011).

Diversas investigaciones han demostrado la importancia de esta práctica en la etapa inicial del cultivo. Menezes Júnior et al. (2013) reportaron que la aplicación de podas en el semillero no afecta negativamente la productividad ni incrementa las pérdidas postcosecha, mientras que Chimborazo (2015) evidenció mejoras en el rendimiento mediante el uso de plántulas podadas. Sin embargo, estos estudios fueron desarrollados bajo condiciones climáticas diferentes a las del trópico panameño, por lo que resulta necesario evaluar su comportamiento en ambientes locales, caracterizados por altas temperaturas, elevada humedad y variabilidad climática.

En la región de Azuero, los productores de cebolla enfrentan además desafíos relacionados con el aumento de los costos de producción, el acceso limitado a asistencia técnica y los efectos del cambio climático (MIDA, 2022). Estas condiciones hacen indispensable la generación de información científica local que permita optimizar el manejo del almácigo y mejorar la eficiencia productiva.

En este contexto, la evaluación del efecto de la poda en la etapa temprana del cultivo surge como una alternativa viable para fortalecer la calidad de las plántulas y contribuir al desarrollo sostenible del sistema productivo.

El presente trabajo se ha estructurado en varias secciones. En la primera se desarrolla el planteamiento del problema, antecedentes, justificación, objetivos, hipótesis, alcances y limitaciones del estudio. En la segunda se presenta la revisión de literatura, abordando aspectos relacionados con el origen, taxonomía, morfología y requerimientos edafoclimáticos de la cebolla. En la tercera sección se describen el área de estudio, los materiales y métodos empleados, así como el diseño experimental. Finalmente, en la cuarta sección se analizan los resultados obtenidos en las variables evaluadas, tales como volumen de raíz, diámetro del pseudotallo, altura, peso fresco, número de hojas y porcentaje de plantas aptas para trasplante. Con los análisis desarrollados, se busca sustentar técnicamente el efecto de la poda en la etapa de almácigo sobre el desarrollo inicial de híbridos de cebolla en la provincia de Los Santos, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento agronómico y a la mejora de las prácticas productivas en la región.

1.1 Planteamiento del problema

La cebolla (*Allium cepa*) continúa siendo una de las hortalizas con mayor superficie destinada a su producción a nivel mundial. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024), el área total cosechada para cebolla alcanzó aproximadamente 5.9 millones de hectáreas en 2022, con India y China representando el 28.6 por ciento (%) y el

22.2 % de la producción global, respectivamente. Esta situación confirma su persistente posición como la tercera hortaliza más cultivada por superficie, solo superada por la papa y el tomate, de acuerdo con los patrones históricos y los datos actuales comparativos. Es un alimento milenario de origen asiático que muestra una alta difusión en su producción y comercio, debido a la existencia de países altamente poblados, pero con importantes brechas alimentarias lo que impulsó de manera determinante el incremento de la producción mundial de cebolla.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), la producción mundial de cebolla, tanto seca como fresca, ascendía a más de 110 millones de toneladas.

De acuerdo con el Cierre Agrícola 2023-2024 publicado por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), la producción de cebolla en Panamá se concentra principalmente en la provincia de Chiriquí, que aporta alrededor del 69% del total nacional con 18,144 toneladas. Le sigue Coclé con el 15% (4,085 toneladas) y Los Santos con el 9% (2,396 toneladas), destacando esta última provincia por alcanzar el mayor rendimiento con 108.224 toneladas/hectárea. En menor medida contribuyen Herrera y la comarca Ngäbe-Buglé con apenas el 7% (1,752 toneladas) de la producción nacional. En conjunto, estas tres principales provincias representan más del 90% de la producción nacional de cebolla (MIDA, 2024).

Considerando los datos estadísticos presentados, el nivel de producción de cebolla de otras provincias supera en gran magnitud a la cantidad producida en la provincia de Los Santos, por lo que se considera necesario tomar en cuenta otras

prácticas que permitan a los productores santeños obtener un mejor rendimiento y mejoramiento en su producción, como lo es la poda de esta antes de su trasplante.

Toledo (2011), menciona que, la poda de hojas en el cultivo de cebolla de bulbo es una práctica cultural que se realiza en el semillero previo al trasplante para ayudar a que las plantas presenten una uniformidad y robustez del pseudotallo y evitar que existan plantas delgadas y débiles, las cuales al momento del trasplante son eliminadas por parte del agricultor originando una pérdida en el número de plántulas y por ende un bajo rendimiento en la producción de plántulas.

1.2 Antecedentes

Un ensayo realizado por Menezes Júnior, et al. (2013) tuvo como objetivo estudiar la influencia de podas aéreas en plantas de cebolla en la fase de semillero en relación con la formación de plántulas, crecimiento y desarrollo después del trasplante, productividad y almacenamiento de bulbos. Los tratamientos aplicados fueron: ausencia de poda (testigo–Sin Poda), una poda realizada a los 55 días después de la siembra (DDS), dos podas realizadas a los 55 y 62 DDS, y tres podas realizadas a los 55, 62 y 69 DDS. Se evaluaron el número de hojas, las fitomasa seca y fresca de las plántulas y plantas después del trasplante, así como la productividad y pérdidas después de cuatro meses de almacenamiento de los bulbos. Los resultados obtenidos indican la viabilidad del uso de podas en la fase de plántulas con miras a su acondicionamiento y trasplante en el momento más adecuado, sin reducción de la productividad ni aumento de las pérdidas en la postcosecha. Es importante señalar que este estudio se realizó en Santa Catarina,

Brasil, bajo un clima subtropical húmedo, con temperaturas más bajas y estaciones bien definidas, condiciones distintas al clima tropical de Panamá. Estas diferencias climáticas pueden influir en el comportamiento de las plántulas de cebolla, su crecimiento, desarrollo y respuesta a las podas aéreas, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela y ajustarse a las condiciones agroclimáticas locales.

Por su parte Chimborazo (2015), llevó a cabo una investigación en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, cuyo objetivo central fue evaluar el rendimiento de la variedad *Allium cepa* var. Red Nice, utilizando plántulas obtenidas mediante la poda de hojas en semillero. El estudio implementó un diseño experimental riguroso con tratamientos aplicados a plántulas a los 25 días de emergencia, comparando distintas técnicas de manejo vegetativo. Se analizaron variables como peso y diámetro del bulbo, rendimiento por hectárea y adaptación fenotípica al entorno experimental. Los resultados revelaron que la poda realizada proporcionó significativamente mejor desempeño agronómico en la mayoría de los indicadores evaluados. Este hallazgo sugiere que técnicas de manejo específico en etapas tempranas pueden influir positivamente en la productividad de la cebolla de bulbo, especialmente en variedades comerciales.

1.3 Justificación

Según Jaldo (2017), la cebolla (*Allium cepa*) se encuentra entre las hortalizas más consumidas en el mundo. Es un alimento milenario, indispensable

en la cocina, por su sabor, el gran valor nutricional y amplias propiedades medicinales.

La producción de cebolla en Panamá ha mostrado un crecimiento en los últimos años, con un aumento en la cantidad de productores, superficie sembrada y producción total. Se destaca la provincia de Chiriquí como la principal productora, seguida por Coclé, Herrera y Los Santos. Sin embargo, los productores enfrentan desafíos como el incremento de costos de insumos y los efectos del cambio climático (MIDA, 2022).

La identificación de híbridos con alta adaptabilidad y potencial de rendimiento, así como la implementación de manejos agrícolas eficientes (poda), es fundamental para fortalecer la productividad y sostenibilidad de los sistemas hortícolas en la provincia de Los Santos. Esta región es una de las principales zonas agro-productoras del país, donde cultivos como la cebolla, el maíz y el tomate representan un componente clave en la seguridad alimentaria y en la economía local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la poda en etapa de almácigo sobre el desarrollo inicial de híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) en Los Santos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la poda sobre el desarrollo radicular y estructural de la plántula, mediante la medición del volumen de raíz y el diámetro del pseudotallo.
- Analizar el efecto de la poda sobre la altura y el peso fresco de las plántulas de cebolla.
- Cuantificar el número de plantas aptas para el trasplante en función de los parámetros morfológicos evaluados.

1.5 Hipótesis

Hipótesis: Factor A

Ho: No existen diferencias significativas en el desarrollo de las plántulas de cebolla con o sin poda en la fase de almácigo.

H₁: Existen diferencias significativas en el desarrollo de las plántulas de cebolla con respecto a la aplicación de poda en la fase de almácigo.

Hipótesis: Factor B

Ho: Los híbridos de cebolla evaluados no presentan diferencias significativas en su respuesta agronómica en condiciones de almácigo.

H₁: Los híbridos de cebolla evaluados presentan diferencias significativas en su respuesta agronómica en condiciones de almácigo.

1.6 Alcances y limitaciones del estudio

1.6.1 Alcances del trabajo

Uno de los principales aportes de esta investigación radica en que sus resultados servirán como base para la formulación de recomendaciones técnicas dirigidas a optimizar el manejo del almácigo en condiciones agroclimáticas similares a las de la provincia de Los Santos. Del mismo modo, se espera que este trabajo contribuya al fortalecimiento del conocimiento científico local sobre el cultivo de cebolla, en especial en aspectos poco explorados como la poda de plántulas. La aplicación práctica de los hallazgos será de gran utilidad tanto para productores como para técnicos agrícolas y estudiantes vinculados al ámbito hortícola.

1.6.2 Limitaciones

Este estudio presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, se llevará a cabo en una localidad específica de la provincia de Los Santos, lo que puede restringir la extrapolación de los resultados a otras regiones con condiciones agroclimáticas distintas. En segundo lugar, el análisis se centrará únicamente en dos híbridos comerciales de cebolla, lo que limita la posibilidad de generalizar los hallazgos a otros materiales genéticos. Asimismo, el enfoque estará dirigido a la fase de almácigo y al establecimiento inicial en campo, sin evaluar el rendimiento final del cultivo, lo que reduce la comprensión integral del efecto de la poda a largo plazo. Finalmente, aspectos como la disponibilidad de recursos monetarios, la infraestructura de vivero y el acompañamiento técnico podrían incidir en el desarrollo del estudio y en su potencial de replicabilidad en otros contextos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen y taxonomía de *Allium cepa*

Mendoza (1986), menciona que, la cebolla es una hortaliza nativa de la parte central y este de China Continental y se halla difundida en toda el Asia Oriental. Los inmigrantes chinos o japoneses introdujeron este cultivo en los diferentes continentes del mundo.

Según el sistema de clasificación filogenético de Engler citado por Solano (2017) la cebolla, se ubica en la siguiente posición taxonómica:

Tabla 1

Taxonomía de la cebolla

| Clasificación taxonómica | |
|--------------------------|----------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Angiospermae |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Liliales |
| Familia | Liliaceae |
| Género | <i>Allium</i> |
| Especie | <i>Allium cepa</i> L |

Fuente: Solano (2017)

2.1.2 Descripción de la planta

2.1.2.1 Semilla

Hernández (2014) menciona que la semilla de cebolla es de forma convexa por un lado y achatado por el otro; además tiene una cubierta seminal oscura. Dentro de la semilla se encuentra el embrión concrescente bajo una forma espiralada, conformada por un cotiledón largo y un eje embrionario corto. El epicótilo se conforma por un meristemo apical y un primordio foliar; el cotiledón es la fuente de reserva de la semilla, principalmente de fosfatos.

2.1.2.2 Raíz

Acosta (1993) señala que el sistema radicular de la cebolla es fibroso y muy ramificado, y que las raíces primarias o verdaderas mueren en etapas tempranas del desarrollo, alcanzando una profundidad aproximada de 25 cm en sentido vertical y 15 cm en sentido lateral. Por su parte, Moreira y Hurtado (2003) describen al sistema radicular como superficial, con una profundidad máxima de 0.45 m, concentrando la mayor parte de su volumen en los primeros 0.30 m del suelo.

Además, explican que la base del bulbo está conformada por una placa de tallos de la cual emergen las raíces adventicias, y que conforme avanza el desarrollo de la planta también se forman raíces en los laterales de dicha placa basal. Debido a que la cebolla tiene una sola raíz primaria, el desarrollo de la planta depende de la formación de raíces adventicias, que están continuamente desintegrándose y siendo reemplazadas por nuevas.

2.1.2.3 Tallo

El tallo de la planta al principio es pequeño, grueso y no ramifica, siempre y cuando no se rompe la dominancia, que es donde se forma la parte comestible. Cuando pasa el período de vernalización, el tallo principal alcanza alturas de 1.20 a 1.50 cm (Valdez 1994).

2.1.2.4 Hojas

Moreira y Hurtado (2003) explican que la hoja o falso tallo, es tubular, erecta, semicilíndrica de color verde y en algunos casos posee una sustancia cerosa. Después que aparece la primera hoja, las demás se desarrollan sucesivamente durante uno a diez días; bajo condiciones favorables puede llegar a formar de 15 a 18 hojas, según el cultivo y la época de siembra.

Brewster (1994) menciona que, las primeras hojas verdaderas emergen de la hoja tubular que constituyen el cotiledón, después de la aparición de la primera hoja verdadera, la planta joven sigue creciendo por sucesión de nuevas hojas en la yema terminal del tallo. Las hojas que se encuentran insertas en el tallo discoidal están constituidas por dos partes fundamentales; una inferior o "vaina envolvente y otra superior o "filodio" de forma redondeada, hueca y de bordes unidos.

2.1.2.5 Flores

Maroto (1995) reporta que en condiciones normales la floración tiene lugar en el segundo año de cultivo, tras la emisión de los escapos florales, que llevan en su extremo superior una masa globosa o cónica recubierta por una bráctea membranosa y blanquecina que al rasgarse da lugar a la aparición de una

inflorescencia umbeliforme con un gran número de flores monoclamídeas. Es una planta de fecundación cruzada. La inflorescencia tiene forma trilocular.

Sánchez (2004) afirma que las flores son pequeñas, verdosas, blancas o violáceas que se agrupan en umbelas.

Suca (2012) señala que la cebolla en su parte terminal lleva una umbela esferoidal cuyo número de flores es 50 a 2,000.

2.1.2.6 Bulbo

Anculle (1992) menciona que el crecimiento y desarrollo del bulbo de la cebolla se inicia cuando la base de las hojas se alarga a una corta distancia por encima del plato del tallo y comienzan a almacenar reservas alimenticias; en forma menos visibles se forman hojas en el centro del bulbo que son gruesas y solo son órganos de almacenamiento sin emitir parte aérea, además del desarrollo de yemas laterales, múltiples o centro. Los factores que influyen en la formación del bulbo, en orden de importancia son: Fotoperiodo, temperatura, tamaño de planta y nutrición nitrogenada.

Corrales (1999) describe que el bulbo de la cebolla es un órgano constituido por túnicas, catáfila o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior y vienen a ser la parte basal de las hojas engrosadas.

2.1.2.7 Fruto

El fruto es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa (Terranova 1995).

Asimismo, Corrales (1999) señala que el fruto de la cebolla es una cápsula trilobada, con tres celdas dentro de la cual se encuentran seis semillas de color negro, angulosas, arrugadas y algo aplanadas.

2.1.3 Condiciones climáticas y edafológicas óptimas para el semillero

El suelo debe presentar una textura franca, buena aireación y drenaje para facilitar la extracción de mudas. Se debe preferir suelos con elevada fertilidad natural y contenido de materia orgánica y que no hayan sido cultivados anteriormente con cebolla o utilizados para almácigos de otras hortalizas. Se debe evitar aquellos suelos compactados, húmedos y de baja fertilidad. Con relación a la orientación de los almácigos, para que reciban una mayor cantidad de luz solar debe ser en sentido este - oeste y las hileras de norte a sur" (Enciso, Vera, Santacruz, y Gonzáles, 2019).

La temperatura ideal para la germinación es desde los 4°C y puede alcanzar hasta los 35°C. Debe realizarse la limpieza del semillero antes de colocar la semilla y debe mantenerse libre de arvenses para que la planta pueda crecer hasta alcanzar un desarrollo óptimo para su trasplante en el terreno (Avilés et al., 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad de El Montero de Guararé, ubicada en el distrito de Guararé, provincia de Los Santos, República de Panamá. Esta zona se sitúa geográficamente entre las coordenadas 7.8094° N y 80.3046° O, con una altitud aproximada que varía entre 25 y 50 metros sobre el nivel del mar (msnm). Estas características proporcionan un entorno representativo de las condiciones agroclimáticas predominantes en el sur de la Península de Azuero, donde la agricultura constituye una de las principales actividades económicas.

Las actividades de campo se efectuaron durante los meses comprendidos de septiembre y noviembre, periodo que coincide con la fase final de la temporada lluviosa, ofreciendo condiciones favorables para la ejecución de las prácticas evaluadas en el cultivo.

Figura 1

Ubicación del ensayo



Fuente: Google Maps (2025).

3.2 Material genético

El material genético utilizado en el ensayo estuvo conformado por dos híbridos de cebolla con características agronómicas contrastantes y de importancia comercial: Campo Lindo y Polaris.

Campo Lindo corresponde a una cebolla híbrida de día intermedio y ciclo corto, con una duración aproximada de 95 a 100 días. Según Hamón y Papa (2014), esta variedad presenta resistencia a enfermedades de importancia económica como la raíz rosada (*Pyrenochaeta terrestris*) y *Fusarium spp.* Se caracteriza por la formación de bulbos de forma globosa, con túnica de color amarillo, anillos internos blancos y un solo punto de crecimiento, cualidades que favorecen su uniformidad y aceptación comercial.

Por su parte, Polaris es de ciclo medio-temprano, con buen potencial de rendimiento y destacada resistencia a la enfermedad de raíz rosada. Presenta una amplia adaptabilidad a diferentes altitudes y condiciones climáticas, incluyendo ambientes cálidos y secos, además de una buena tolerancia a enfermedades del follaje. Sus bulbos son firmes y uniformes, con adecuada retención de la piel, lo que le confiere un buen potencial de almacenamiento.

Figura 2

Híbridos Campo Lindo y Polaris



Fuente: La autora

3.3 Preparación del semillero

Para el establecimiento del semillero se inició con una limpieza total del área, con el fin de eliminar la presencia de malezas y residuos que pudieran interferir con el desarrollo inicial del cultivo. Una vez despejada la superficie, se procedió a remover el suelo utilizando una motoazada, lo que permitió desmenuzar los terrones y dejar el suelo lo más fino posible (figura 3). Esta labor tuvo como objetivo facilitar el nivelado de las camas, las cuales fueron preparadas con un ancho de 1.20 m, asegurando uniformidad en toda el área destinada al ensayo.

Posteriormente, el suelo fue humedecido para mejorar su manejabilidad y se realizaron varios pases con rastrillo, lo que contribuyó a afinar aún más la estructura del suelo y a obtener una superficie apta para la siembra. Para el sistema de riego del semillero, cada cama fue equipada con 11 mangueras, las cuales se conectaron a tuberías principales de 1 ½ pulgadas, garantizando una distribución adecuada del agua durante todo el proceso de germinación.

Una vez acondicionadas las camas, se llevó a cabo la desinfección del suelo antes de la siembra, aplicando una mezcla fungicida compuesta por Captan 50 WP y Pilarxil 35 WP, en una dosis de 0.5 kg por tanque de 200 litros de agua. La aplicación se realizó con regadera, procurando humedecer de manera uniforme toda la superficie de cada cama para asegurar un control efectivo de patógenos del suelo.

Figura 3

Preparación del semillero



Fuente: La autora

3.4 Establecimiento de los tratamientos

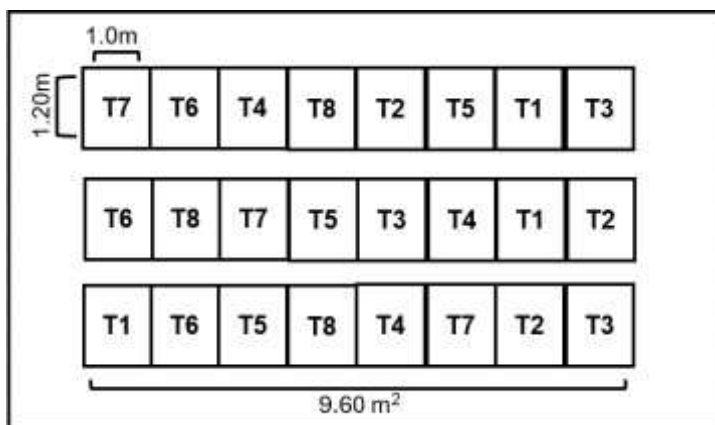
Una vez finalizada la preparación del semillero, se procedió al establecimiento de los tratamientos. El experimento estuvo conformado por ocho tratamientos en cada repetición, los cuales se distribuyeron en bloques con tres repeticiones.

Cada tratamiento ocupó un área de 1.20 m², mientras que cada repetición tuvo una superficie total de 9.60 m². Para la recolección de datos, se estableció como unidad de muestreo un área de 1.20 m² por tratamiento, con el fin de garantizar que las evaluaciones se realizaran en una superficie uniforme y representativa.

Esta distribución permitió una adecuada implementación del diseño experimental, asegurando suficiente espacio para el desarrollo del cultivo y la obtención de datos confiables.

Figura 4

Establecimiento de los tratamientos



Fuente: La autora

3.5 Semilleros

Para el desarrollo del ensayo se utilizaron dos híbridos de cebolla, Campo Lindo y Polaris. La siembra se realizó en almácigos establecidos directamente en el suelo, ubicados dentro del invernadero, donde se mantuvieron condiciones

controladas de temperatura y humedad que favorecieron la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas.

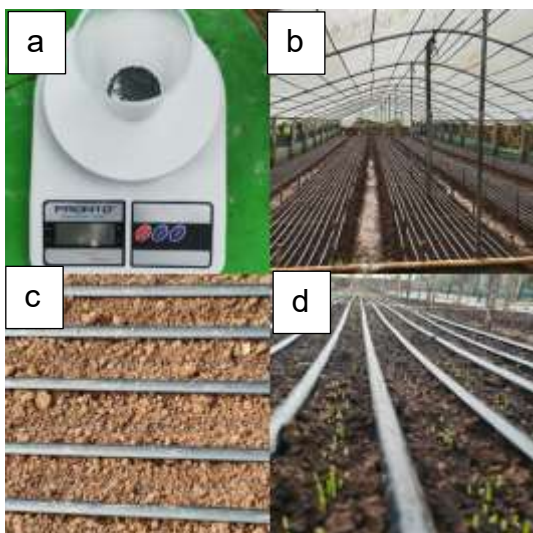
Previo a la siembra, se efectuó un conteo de semillas por gramo, obteniéndose un valor promedio de 327 semillas por gramo. Con base en esta cuantificación, se determinó la dosis de siembra por metro lineal, estableciéndose una cantidad de 0.4 g de semilla, equivalente a 130.8 semillas por metro lineal.

Cada tratamiento estuvo conformado por 11 mangueras de riego y 12 hileras de siembra, cada una con 1.0 metro lineal, lo que representa una longitud total de 12 metros lineales por tratamiento. De acuerdo con la densidad establecida, por tratamiento se utilizaron 4.8 g de semilla, correspondientes a 1569.6 semillas en total. Esta estandarización permitió asegurar uniformidad en la distribución de las semillas y garantizar comparabilidad entre los materiales evaluados.

La germinación de los híbridos se observó a los seis días después de la siembra (dds), logrando un establecimiento homogéneo de plántulas que permitió iniciar de manera oportuna las evaluaciones correspondientes a la etapa inicial del cultivo.

Figura 5

Establecimiento del almácigo de cebolla en condiciones de invernadero



Nota: a) Peso de semilla b) División de mangueras c) Siembra d) Germinación.
Fuente: La autora

3.6 Fertilización

Tabla 2

Aplicaciones fitosanitarias y nutricionales

| TIEMPO | PRODUCTOS APLICADOS | DOSIS | MODO DE APLICACIÓN | OBJETIVO |
|--------|---|---|--------------------|---|
| 8 ddg | Agryllen | 30 g / bomba de 20 L | Foliar | Control y prevención de enfermedades bacterianas |
| 9 ddg | Keyplex 5-4-20 + Baifolan | 50 cc + 50 cc / bomba de 20 L | Foliar | Estimular el desarrollo nutricional del cultivo |
| 10 ddg | Carbendazina + Agroazul | 200 cc + 20 cc | Fertirriego | Control preventivo de patógenos del suelo |
| 11 ddg | Agroazul | 30 cc / bomba de 20 L | Foliar | Refuerzo del control de enfermedades bacterianas |
| 14 ddg | Bosber (Boscalid) + Keyplex 5-4- 20 + Keyplex 350 | 20 g + 50 cc + 50 cc / bomba de 20 L | Foliar | Control fúngico y fortalecimiento nutricional |
| 16 ddg | Cipermetrina + Biolife | 25 cc + 75 cc / bomba de 20 L | Foliar | Control de insectos y enfermedades fúngicas |
| 22 ddg | Inex A + Agryllen | 20 cc + 30 g / bomba de 20 L | Foliar | Mejora de la eficacia y control bacteriano |
| 26 ddg | Keyplex 5-4-20 + Keyplex 350 + Keyplex 635 | 100 cc / bomba de 20 L | Drench al suelo | Fortalecimiento de la nutrición radicular |

Fuente: La autora

3.7 Control de malezas

Este se realizó de forma manual durante el desarrollo del cultivo, con el objetivo de reducir la competencia por nutrientes, agua y luz, entre las especies presentes, las malezas que más predominaron fueron las de la familia Portulacaceae y Poaceae.

Figura 6

Control manual de malezas



Fuente: La autora

3.8 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial 4x2, implementando un diseño de bloque completos al azar (DBCA), con 3 repeticiones Los tratamientos que se aplicaron para cada factor son los siguientes:

Tabla 3*Factores*

| Factor A: Poda | Factor B: Híbridos |
|-----------------|--------------------|
| A1= 15 días DDG | B1= Campo lindo |
| A2= 25 días DDG | B2= Polaris |
| A3= 35 días DDG | |
| A4= Sin poda | |

Fuente: La autora

Tabla 4*Tratamientos*

| Combinaciones experimentales |
|------------------------------|
| T1= a1b1 |
| T2= a1b2 |
| T3= a2b1 |
| T4= a2b2 |
| T5= a3b1 |
| T6= a3b2 |
| T7= a4b1 |
| T8= a4b2 |

Fuente: La autora

3.9 Podas

Las labores de poda se realizaron en tres momentos diferentes del ciclo del cultivo, con el objetivo de evaluar el efecto del momento de aplicación de la poda sobre el desarrollo de las plantas, además de incluir tratamientos testigos sin poda para efectos comparativos.

La primera poda se efectuó a los 15 días después de la germinación (ddg), correspondiente a los tratamientos uno (a1b1) y dos (a1b2). Este manejo se aplicó en una etapa temprana del desarrollo del cultivo, cuando las plantas iniciaban su crecimiento vegetativo.

La segunda poda se realizó a los 25 días después de la germinación (ddg), y correspondió a los tratamientos tres (a2b1) y cuatro (a2b2). En este momento, las plantas presentaban un mayor desarrollo vegetativo.

En tanto, la tercera poda se llevó a cabo a los 35 días después de la germinación (ddg), e incluyó los tratamientos cinco (a3b1) y seis (a3b2). Esta poda se realizó en una etapa más avanzada del desarrollo del cultivo.

Finalmente, se establecieron tratamientos testigos, en este caso el siete (a4b1) y el ocho (a4b2), en el cual no se realizó poda, con el propósito de comparar el comportamiento del cultivo bajo condiciones naturales de crecimiento frente a los tratamientos con poda en diferentes momentos.

Figura 7

Podas



Nota: a) Poda a los 15 ddg, b) Poda a los 25 ddg, b) Poda a los 35 ddg

Fuente: La autora

3.9.1 PARÁMETROS EVALUADOS

3.9.1.1 Volumen de raíz:

Se midió al momento del trasplante al campo, usando el método de desplazamiento de líquido en una probeta graduada con agua (Chimborazo, 2015).

3.9.1.2 Diámetro del pseudotallo (mm):

Se tomó al momento trasplante, midiendo la base del tallo con un calibrador milimétrico para estimar el vigor de las plántulas (Chimborazo, 2015).

3.9.1.3 Peso fresco de la plántula (g):

Se extrajo la plántula con cuidado del sustrato, eliminando el exceso de tierra de las raíces, luego, se pesó la planta directamente en una báscula digital para obtener el valor en gramos (Pagare et al., 2022).

3.9.1.4 Altura de la plántula (cm):

Según Quispe (2023), este parámetro se evaluó midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice vegetativo de las hojas, expresado en centímetros, utilizando una cinta métrica.

3.9.1.5 Número de hojas:

El número de hojas se evaluó de forma manual, contabilizando las hojas verdaderas por planta durante la fase de vivero, antes del trasplante (Quispe, 2023).

3.9.1.6 Porcentaje de plántulas aptas para el trasplante:

Se contó el número de plántulas que cumplieran con la sanidad y desarrollo radicular al momento del trasplante, mediante observación directa y conteo manual (Chimborazo, 2015).

3.9.1.7 Análisis económico

El análisis económico se realizó considerando los costos de los principales insumos y actividades necesarias para el establecimiento y manejo del semillero. Se incluyeron los gastos en semilla, sistema de riego, infraestructura, fertilización y control de enfermedades, así como la mano de obra utilizada en la siembra y en las labores de poda.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variable volumen de raíz (ml)

Para la variable de volumen de raíz se llevó a cabo pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk , con la siguiente hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$)

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$)

Como las pruebas presentaron distribución normal se hizo un análisis estadístico de ANOVA para tratamientos y repeticiones (tabla 5) .

Una vez analizados los efectos individuales, las repeticiones no presentó diferencias significativas ($p=0.384$), lo que nos dice que las condiciones experimentales permanecieron homogéneas entre repeticiones y que estas no influyeron de manera significativa sobre el volumen de raíz.

Por otro lado, en los tratamientos se mostró diferencias significativas ($p=0.017$), demostrando que los distintos tratamientos aplicados influyeron de forma directa en el desarrollo radicular. Esto nos indica que al menos uno de los tratamientos produjo un volumen de raíz diferente a los demás.

El valor del coeficiente de determinación ($R^2=0.669$) señala que el 66.9% de la variabilidad total del volumen de raíz es explicada por el modelo estadístico.

Tabla 5*ANOVA para la variable volumen de raíz*

| ANOVA | | | | | |
|-------------------------|--|-----------|--------------------------------|----------|-------------|
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F | Sig. |
| Modelo corregido | 0.664 ^a | 9 | 0.074 | 3.139 | 0.027 |
| Interceptación | 54.964 | 1 | 54.964 | 2337.425 | 0.000 |
| REP | 0.048 | 2 | 0.024 | 1.026 | 0.384 ns |
| TRAT | 0.616 | 7 | 0.088 | 3.743 | 0.017 * |
| Error | 0.329 | 14 | 0.024 | | |
| Total | 55.958 | 24 | | | |
| Total corregido | 0.994 | 23 | | | |

R al cuadrado = 0.669

No significativo= ns

Significativo = *

Fuente: La autora

Dado que los tratamientos presentaron diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey (tabla 6) para identificar dichas diferencias.

La prueba de Tukey permitió identificar diferencias entre tratamientos, en este se observó que el tratamiento ocho presentó el mayor promedio de volumen de raíz (1.8367), ubicándose en el subconjunto dos, diferenciándose

estadísticamente de los tratamientos con menores valores específicamente de los tratamientos tres y cuatro.

Tabla 6

Prueba de Tukey para la variable volumen de raíz

| HSD Tukey^{a,b} | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|----------|
| TRAT | N | Subconjunto | |
| | | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 1.3233 | |
| 3 | 3 | 1.3300 | |
| 5 | 3 | 1.4333 | 1.4333 |
| 2 | 3 | 1.4700 | 1.4700 |
| 7 | 3 | 1.5200 | 1.5200 |
| 6 | 3 | 1.5300 | 1.5300 |
| 1 | 3 | 1.6633 | 1.6633 |
| 8 | 3 | | 1.8367 |
| Sig. | | 0.196 | 0.085 |

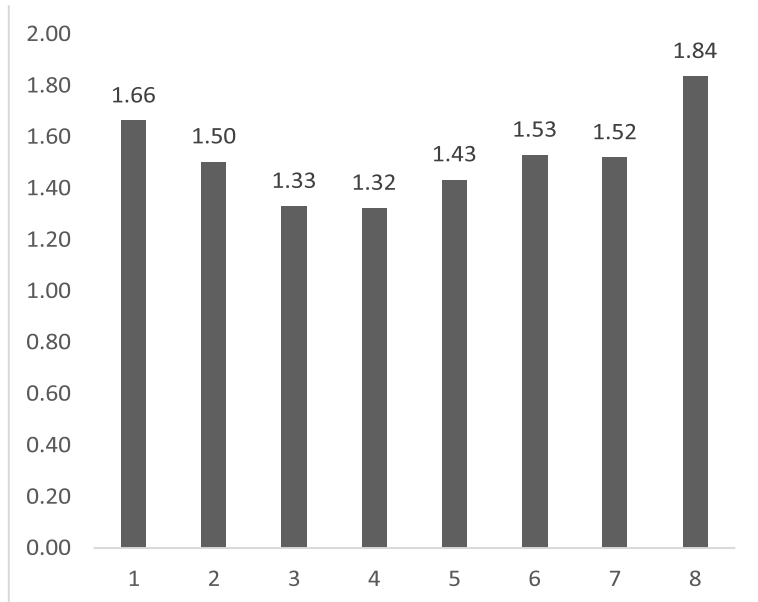
Fuente: La autora

Estos resultados difieren de los reportados por Chimborazo (2015), quien encontró que el tratamiento P2, correspondiente a la poda realizada a los 25 días, obtuvo el mayor volumen de raíz, con un valor promedio de 0.26 cm³ (equivalente a 0.26 ml). En su estudio, la poda temprana favoreció el desarrollo radicular, lo que sugiere una respuesta positiva de las plantas ante este tipo de manejo.

En la figura 8 se observa una variación clara entre tratamientos, lo que indica que el manejo aplicado influyó en el desarrollo del sistema radicular, el tratamiento ocho presentó el mayor volumen de raíz, con un valor promedio de 1.84 ml, destacándose claramente sobre el resto de los tratamientos. Este resultado sugiere que dicho tratamiento favoreció de manera significativa el crecimiento y expansión del sistema radicular, tratamiento uno registró el segundo valor más alto (1.66 ml), seguido por los tratamientos seis (1.53 ml), siete (1.52 ml) y dos (1.50 ml), los cuales muestran valores intermedios de volumen de raíz, indicando un efecto moderado sobre esta variable.

Figura 8

Promedio de los tratamientos para la variable volumen de raíz



Fuente: La autora

4.2 Diámetro del pseudotallo (mm)

Para la variable de diámetro del pseudotallo se aplicaron las pruebas de normalidad de datos de Shapiro-Wilk, con las siguientes hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$)

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$).

Como las pruebas no presentaron una distribución normal en los datos, se optó por realizar los análisis estadísticos correspondientes mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para repeticiones y tratamientos.

Para las repeticiones (tabla 7), de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis se determinó que no existe diferencias significativas, ya que la significancia fue de ($p=0.655$), lo que confirma que no existieron variaciones en las repeticiones y que el comportamiento del diámetro fue uniforme entre ellas.

Tabla 7

Prueba de Kruskal-Wallis para repeticiones en la variable diámetro del pseudotallo

| Estadísticos de prueba^{a,b} | |
|---|----------|
| Diámetro del pseudotallo | |
| Chi-cuadrado | 0.845 |
| GI | 2 |
| Sig. Asintótica | 0.655 ns |

No significativo: ns

Fuente: La autora

Para los tratamientos (tabla 8) , mediante la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas con una significancia de ($p=0.048$). Lo que indica en este resultado que los tratamientos ejercieron un efecto diferencial sobre el diámetro del pseudotallo.

Tabla 8

Prueba de Kruskal-Wallis para tratamientos en la variable diámetro del pseudotallo

| Estadísticos de prueba^{a,b} | |
|---|---------|
| Diámetro del pseudotallo | |
| Chi-cuadrado | 14.213 |
| GI | 7 |
| Sig. asintótica | 0.048 * |

Significativo: *

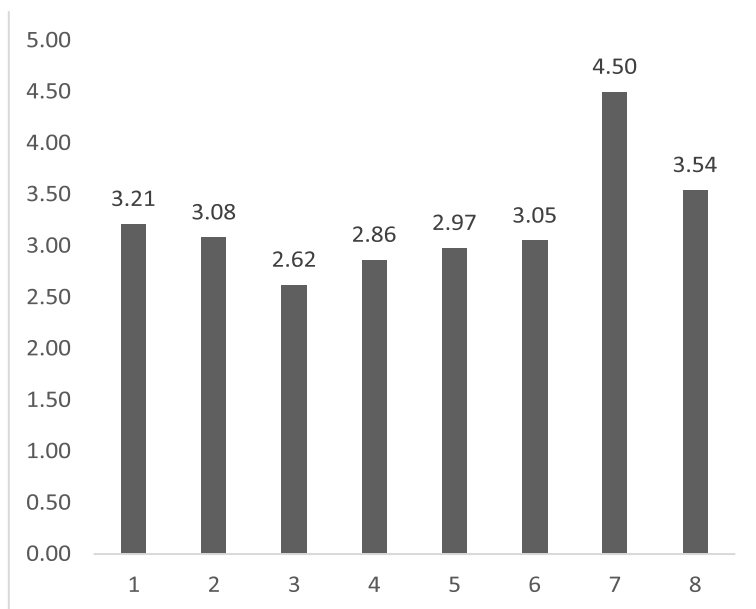
Fuente: La autora

La figura 9 presenta el comportamiento del diámetro promedio para los ocho tratamientos evaluados. Los valores oscilan entre 2.62 y 4.50, lo que evidencia variaciones claras en la respuesta del diámetro según el tratamiento aplicado, el tratamiento siete fue el que registró el mayor diámetro promedio (4.50 mm), destacándose notablemente frente al resto, lo que sugiere un efecto positivo marcado de este tratamiento sobre el desarrollo del diámetro, en segundo lugar se encuentra el tratamiento ocho, con un valor de 3.54 mm, mostrando también un desempeño superior al promedio general.

Los tratamientos uno (3.21 mm), dos (3.08 mm), cinco (2.97 mm) y seis (3.05 mm) presentan valores intermedios y relativamente cercanos entre sí, lo que indica un comportamiento similar en cuanto al diámetro, sin incrementos pronunciados.

Figura 9

Promedio de los tratamientos para la variable diámetro del pseudotallo



Fuente: La autora

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Chimborazo (2015), quien reportó que el tratamiento P2, correspondiente a la poda realizada a los 25 días, alcanzó el mayor diámetro del pseudotallo, con un valor promedio de 0.378 cm (equivalente a 3.78 mm). En su estudio, la poda temprana favoreció el engrosamiento del pseudotallo, lo que sugiere un efecto estimulante sobre el crecimiento vegetativo.

Aunque ambos estudios reportaron el mayor valor en tratamientos diferentes, los resultados obtenidos en esta investigación fueron superiores en

términos absolutos, lo que indica que, bajo las condiciones evaluadas, el testigo sin poda favoreció un mayor desarrollo del pseudotallo. Esto resalta la importancia de considerar el contexto productivo al momento de recomendar prácticas de manejo.

4.3 Peso fresco de la plántula (g)

Para la variable de peso fresco de la plántula se llevó a cabo pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk , con la siguiente hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$)

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$)

Como las pruebas presentaron distribución normal se hizo un análisis estadístico de ANOVA para tratamientos y repeticiones (tabla 9).

Una vez analizados los datos, se muestra que las repeticiones no presentaron diferencias significativas ($p=0.633$), lo que sugiere uniformidad en las condiciones del experimento y ausencia de efecto de las repeticiones sobre el peso de las plantas, por otra parte, los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas ($p=0.002$), demostrando que los distintos tratamientos influyeron de manera marcada sobre el peso del cultivo.

El coeficiente de determinación ($R^2=0.762$) indica que el 76.2% de la variación total del peso fue explicada por el modelo, lo cual representa un alto nivel de explicación y confiabilidad estadística.

Tabla 9*ANOVA para la variable peso fresco de la plántula*

| ANOVA | | | | | |
|-------------------------|--|-----------|--------------------------------|----------|-------------|
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F | Sig. |
| Modelo corregido | 1.202 ^a | 9 | 0.134 | 4.991 | 0.004 |
| Interceptación | 58.969 | 1 | 58.969 | 2203.530 | 0.000 |
| REP | 0.025 | 2 | 0.013 | 0.472 | 0.633 ns |
| TRAT | 1.177 | 7 | 0.168 | 6.282 | 0.002 ** |
| Error | 0.375 | 14 | 0.027 | | |
| Total | 60.546 | 24 | | | |
| Total corregido | 1.577 | 23 | | | |

R al cuadrado = 0.762

No significativo = ns

Altamente significativo = **

Fuente: La autora

Como los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de Tukey para identificar las mismas.

En la prueba de Tukey (tabla 10) se pudo identificar las diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en este caso se observó que el tratamiento ocho presentó el mayor promedio en peso con 1.9667, diferenciándose de los

tratamientos con menores valores promedio, específicamente el cuatro (1.3467), tres (1.3667), cinco (1.4100), dos (1.4167) y seis (1.4800) respectivamente.

Tabla 10

Prueba de Tukey para la variable peso fresco de la plántula

| HSD Tukey^{a,b} | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|----------|
| | | Subconjunto | |
| TRAT | N | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 1.3467 | |
| 3 | 3 | 1.3667 | |
| 5 | 3 | 1.4100 | |
| 2 | 3 | 1.4167 | |
| 6 | 3 | 1.4800 | |
| 7 | 3 | 1.7533 | 1.7533 |
| 1 | 3 | 1.8000 | 1.8000 |
| 8 | 3 | | 1.9667 |
| Sig. | | 0.063 | 0.745 |

Fuente: La autora

Estos resultados tienen concordancia con lo reportado por Pandirwar et al. (2015), quienes señalaron que el peso de las plántulas de cebolla es un indicador importante de calidad y desempeño en el trasplante, mostrando valores que oscilaron entre 0.53 g y 3.05 g, dependiendo de la edad y la variedad. En este contexto, el valor obtenido en el presente estudio para el tratamiento ocho se

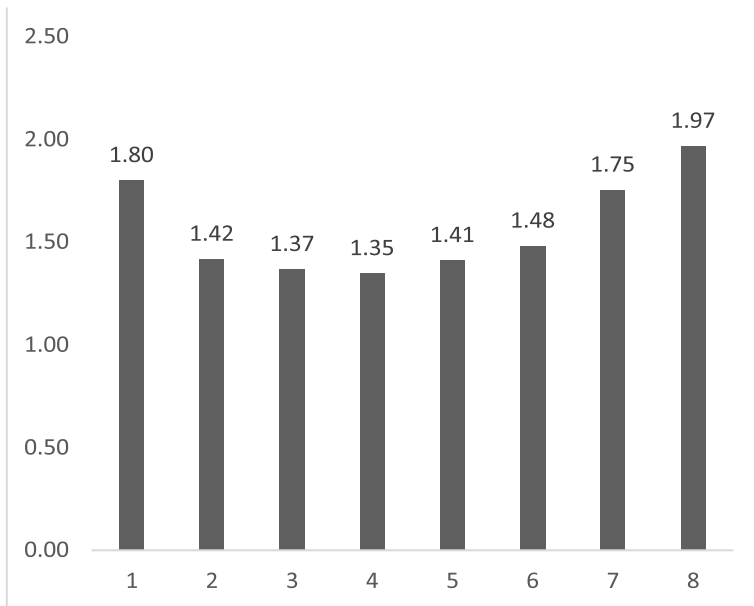
encuentra dentro del rango reportado por dichos autores, lo que confirma que las plántulas producidas bajo este tratamiento presentan condiciones adecuadas para su establecimiento.

En la figura 10 se muestra la gráfica del peso promedio obtenido en los ocho tratamientos evaluados, el tratamiento ocho registró el mayor peso promedio de 1.97 g, destacándose como el más eficiente para esta variable. Le sigue el tratamiento uno, con un valor de 1.80 g, y posteriormente el tratamiento siete con 1.75 g, lo que indica un buen desempeño de estos tratamientos en comparación con el resto.

Los tratamientos dos, tres, cuatro, cinco y seis presentan valores más bajos y muy similares entre sí, oscilando alrededor de 1.35g-1.48g, lo que sugiere un comportamiento homogéneo y una menor influencia sobre el peso.

Figura 10

Promedio de los tratamientos para la variable peso fresco de la plántula



Fuente: La autora

4.4 Altura de la planta (cm)

Para la variable de altura de la planta se llevó a cabo pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk , con la siguiente hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$)

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$)

Como las pruebas presentaron distribución normal se hizo un análisis estadístico de ANOVA para tratamientos y repeticiones (tabla 11).

Para las repeticiones no se presentó diferencias significativas ($p=0.971$), lo que confirma que la altura no estuvo influenciada por variaciones entre las repeticiones, pero por su parte, los tratamientos mostraron diferencias altamente

significativas ($p=0.000$), evidenciando que los tratamientos aplicados si influyeron de manera directa sobre el crecimiento en altura del cultivo.

El valor de $R^2=0.804$ indica que el 80.4% de la variabilidad en la altura fue explicada por el modelo estadístico, lo que refleja un excelente ajuste.

Tabla 11

ANOVA para la variable altura de la planta

| ANOVA | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------|-----------|----------------------------|----------|-------------|
| Origen | Tipo III de | | gl | Cuadrático promedio | F | Sig. |
| | suma de | cuadrados | | | | |
| Modelo corregido | 117.821 ^a | 9 | 13.091 | 6.391 | 0.001 | |
| Intercepción | 23983.772 | 1 | 23983.772 | 11708.907 | 0.000 | |
| REP | 0.122 | 2 | 0.061 | 0.030 | 0.97 | ns |
| TRAT | 117.699 | 7 | 16.814 | 8.209 | 0.000 | ** |
| Error | 28.677 | 14 | 2.048 | | | |
| Total | 24130.269 | 24 | | | | |
| Total corregido | 146.498 | 23 | | | | |

R al cuadrado = 0.804

No significativo = ns

Altamente significativo = **

Fuente: La autora

Dado que los tratamientos en esta variable presentaron diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de Tukey para identificar las diferencias.

De acuerdo con la prueba de Tukey (tabla 12) , el tratamiento ocho alcanzó el mayor valor promedio en la variable altura (35.7067cm), mostrando diferencias con respecto al tratamiento tres, que presentó el menor promedio, con un valor de 28.3933cm.

Tabla 12

Prueba de Tukey para la variable altura de la planta

| | | HSD Tukey^{a,b} | | |
|-------------|----------|--------------------------------|----------|----------|
| TRAT | N | Subconjunto | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 28.3933 | | |
| 6 | 3 | 29.3200 | 29.3200 | |
| 5 | 3 | 29.8833 | 29.8833 | |
| 4 | 3 | 31.3900 | 31.3900 | |
| 2 | 3 | | 32.6300 | 32.6300 |
| 7 | 3 | | 32.6867 | 32.6867 |
| 1 | 3 | | 32.8867 | 32.8867 |
| 8 | 3 | | | 35.7067 |
| Sig. | | 0.246 | 0.114 | 0.222 |

Fuente: La autora

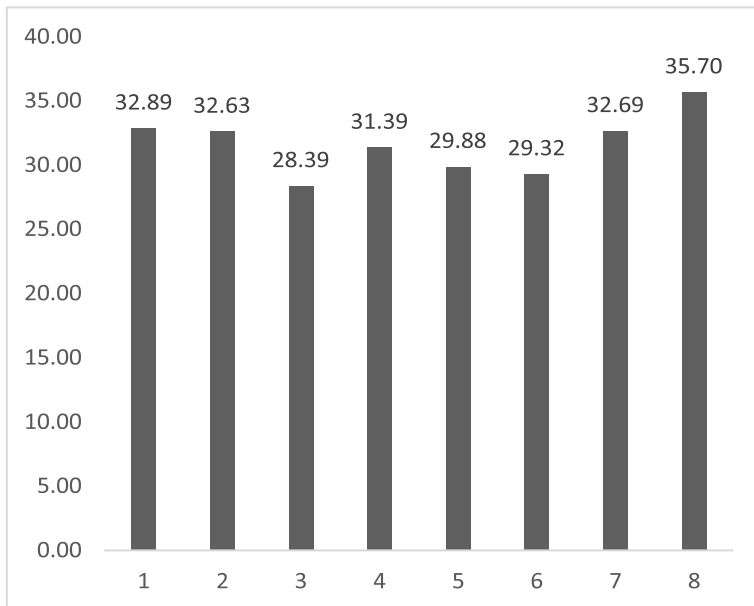
De acuerdo con Reveles Hernández et al. (2014), nos dice que la plántula de cebolla se encuentra en condiciones óptimas para el trasplante, cuando presenta una altura entre 30 y 40 cm. En este sentido, el tratamiento ocho, al registrar una altura promedio de 35.7067 cm, se ubicó dentro del rango considerado adecuado para el trasplante, lo que sugiere que las plantas bajo este manejo presentaron un desarrollo favorable y un buen potencial de establecimiento en campo.

La figura 11 muestra la altura promedio registrada en los ocho tratamientos evaluados. El octavo presentó el mayor valor (35.70 cm), destacándose claramente frente al resto, lo que sugiere un efecto más favorable sobre el crecimiento en altura de las plántulas. Le siguieron el primero (32.89 cm), el séptimo (32.69 cm) y el segundo (32.63 cm), los cuales registraron valores elevados y muy similares entre sí.

Por su parte, el cuarto alcanzó una altura intermedia (31.39 cm), mientras que el quinto (29.88 cm) y el sexto (29.32 cm) presentaron valores ligeramente inferiores, el tercero registró la menor altura promedio (28.39 cm), lo que indica un menor efecto sobre el desarrollo vertical de las plantas.

Figura 11

Promedio de los tratamientos en altura de la planta



Fuente: La autora

4.5 Número de hojas

Para la variable de número de hojas se llevó a cabo pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk , con la siguiente hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$)

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$)

Como las pruebas presentaron distribución normal se hizo un análisis estadístico de ANOVA para tratamientos y repeticiones (tabla 13).

Analizados los datos pudimos observar que para las repeticiones presentó diferencias altamente significativas ($p = 0.000$), lo que indica que existieron variaciones entre repeticiones, asimismo, para los tratamientos, el mismo mostró

diferencias altamente significativas ($p=0.006$), evidenciando que los tratamientos influyeron de forma directa en la emisión de hojas.

El coeficiente de determinación ($R^2=0.869$) nos dice que el 86.9% de la variabilidad del número de hojas fue explicada por el modelo, representando un ajuste estadístico muy alto.

Tabla 13

ANOVA para la variable número de hojas

| ANOVA | | | | | |
|-------------------------|--|-----------|--------------------------------|----------|-------------|
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F | Sig. |
| Modelo corregido | 2.197 ^a | 9 | 0.244 | 10.305 | 0.000 |
| Interceptación | 103.169 | 1 | 103.169 | 4355.860 | 0.000 |
| REP | 1.402 | 2 | 0.701 | 29.588 | 0.000 ** |
| TRAT | 0.795 | 7 | 0.114 | 4.796 | 0.006 ** |
| Error | 0.332 | 14 | 0.024 | | |
| Total | 105.697 | 24 | | | |
| Total corregido | 2.528 | 23 | | | |

R al cuadrado = 0.869

Altamente significativo = **

Fuente: La autora

Como el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para repeticiones y tratamientos fue necesario aplicar pruebas de comparación de Tukey, con el objetivo de identificar entre cuales existieron las diferencias.

En la prueba de Tukey para repeticiones (tabla 14) se pudo observar que la repetición uno (2.4037) presentó el mayor promedio y tuvo diferencias con la repetición tres (1.8325) y la dos (1.9838), lo que indica que existieron variaciones entre repeticiones que influyeron en el comportamiento de esta variable.

Tabla 14

Prueba de Tukey para repeticiones en la variable número de hojas

| HSD Tukey^{a,b} | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|----------|
| REP | N | Subconjunto | |
| | | 1 | 2 |
| 3 | 8 | 1.8325 | |
| 2 | 8 | 1.9838 | |
| 1 | 8 | | 2.4037 |
| Sig. | | 0.157 | 1.000 |

Fuente: La autora

En cuanto a los tratamientos, los resultados de la prueba Tukey (tabla 15), mostraron que el tratamiento seis presentó el mayor promedio de número de hojas con un valor de 2.3633 y diferenciándose estadísticamente del tratamiento tres el cual obtuvo el menor promedio con un valor de 1.7433.

Tabla 15

Prueba de Tukey para tratamientos en la variable número de hojas

| | | HSD Tukey^{a,b} | | |
|-------------|----------|--------------------------------|----------|----------|
| TRAT | N | Subconjunto | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 1.7433 | | |
| 7 | 3 | 1.9167 | 1.9167 | |
| 4 | 3 | 1.9900 | 1.9900 | 1.9900 |
| 2 | 3 | 2.0433 | 2.0433 | 2.0433 |
| 5 | 3 | 2.1067 | 2.1067 | 2.1067 |
| 1 | 3 | | 2.2000 | 2.2000 |
| 8 | 3 | | 2.2233 | 2.2233 |
| 6 | 3 | | | 2.3633 |
| Sig. | | 0.148 | 0.294 | 0.130 |

Fuente: La autora

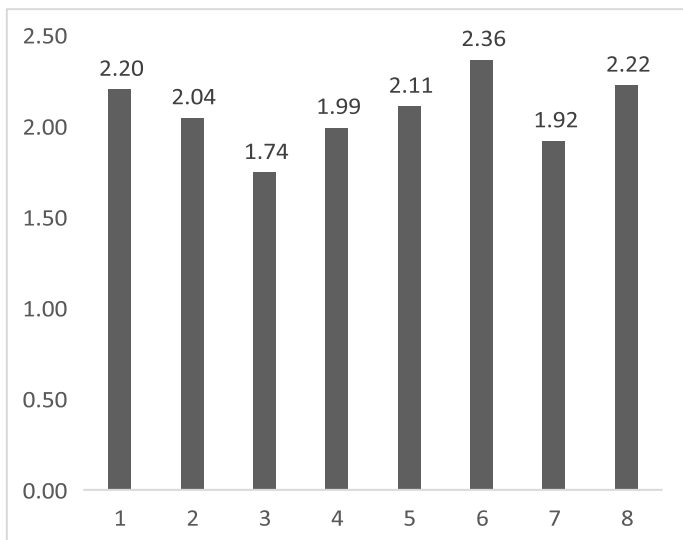
De acuerdo con Medina (2008), las plántulas de cebolla están listas para el trasplante entre los 45 y 60 días después de la siembra, cuando presentan de tres a cuatro hojas verdaderas, característica que muestra un adecuado desarrollo vegetativo. Al comparar estos criterios técnicos con los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que, aunque el tratamiento seis presentó el mayor promedio de hojas, el valor registrado aún se encuentra por debajo del rango óptimo recomendado para el trasplante.

En la figura 12 se muestra una gráfica la cual representa el número promedio de hojas obtenido en los ocho tratamientos evaluados.

El tratamiento seis presentó el mayor número promedio de hojas (2.36), destacándose frente a los demás tratamientos, lo que sugiere que este tratamiento favoreció una mayor emisión foliar. Le siguen el tratamiento ocho (2.22) y el tratamiento uno (2.20), los cuales también muestran valores elevados y un buen desempeño, los tratamientos dos (2.04), cinco (2.11) y cuatro (1.99) presentan valores intermedios y relativamente cercanos entre sí, indicando un comportamiento similar en cuanto al número de hojas. Por su parte, el tratamiento siete (1.92) mostró un valor ligeramente inferior, el tratamiento tres registró el menor número promedio de hojas (1.74), evidenciando una menor respuesta en el desarrollo foliar bajo este tratamiento.

Figura 12

Promedio de los tratamientos en número de hojas



Fuente: La autora

4.6 Porcentajes de plantas aptas para trasplante (%)

Para la variable de porcentaje de plantas aptas para trasplante se aplicaron las pruebas de normalidad de datos de Shapiro-Wilk, tanto para repeticiones como para tratamientos, con las siguientes hipótesis:

H0: La variable tiene distribución normal ($p > 0.05$).

H1: La variable no tiene distribución normal en al menos un grupo ($p < 0.05$).

En cuanto a las repeticiones (tabla 16), los resultados indican que la repetición uno presentó un valor de significancia de 0.036, inferior al nivel de significancia establecido (0.05), lo que evidencia que sus datos no siguen una distribución normal. Por el contrario, las repeticiones dos y tres mostraron valores de significancia de 0.120 y 0.093, respectivamente, superiores a 0.05, lo que sugiere normalidad individual en estas repeticiones. Sin embargo, al existir al menos una repetición que no cumple con el supuesto de normalidad, se considera que el conjunto de datos por repeticiones no presenta una distribución normal.

Tabla 16

Pruebas de normalidad para repeticiones en la variable plantas aptas para el trasplante

| REP | | Shapiro-Wilk | | |
|------------|----------|---------------------|-----------|-------------|
| | | Estadístico | Gl | Sig. |
| APT | 1 | 0.809 | 8 | 0.036 |
| | 2 | 0.860 | 8 | 0.120 |
| | 3 | 0.849 | 8 | 0.093 |

Fuente: La autora

Respecto a los tratamientos (tabla 17), se mostró que la mayoría de estos presentan valores de significancia menores a 0.05, indicando ausencia de normalidad en los datos. Aunque algunos tratamientos, como el tratamiento cinco (Sig. = 1.000) y el tratamiento siete (Sig. = 0.637), mostraron comportamiento normal de forma individual, el conjunto general de los tratamientos no cumple con el supuesto de normalidad.

Tabla 17

Pruebas de normalidad para tratamientos en la variable plantas aptas para trasplante

| TRAT | Shapiro-Wilk | | | |
|------|--------------|-------|------|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | |
| APT | 1 | 0.750 | 3 | 0.000 |
| | 2 | 0.750 | 3 | 0.000 |
| | 3 | 0.750 | 3 | 0.000 |
| | 4 | 0.750 | 3 | 0.000 |
| | 5 | 1.000 | 3 | 1.000 |
| | 6 | 0.750 | 3 | 0.000 |
| | 7 | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | 8 | 0.750 | 3 | 0.000 |

Fuente: La autora

Al no cumplirse el supuesto de normalidad tanto en repeticiones como en tratamientos, se optó por la aplicación de pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente la prueba de Kruskal-Wallis, para el análisis de esta variable.

En el análisis por repeticiones (tabla 18), el estadístico dio una significancia asintótica de 0.852. Dado que este valor es superior al nivel de significancia (0.05), se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de plantas aptas para trasplante entre las repeticiones.

Tabla 18

Prueba de Kruskal-Wallis para repeticiones en la variable plantas aptas para trasplante

Estadísticos de prueba^{a,b}

| | APT |
|------------------------|------------|
| Chi-cuadrado | 0.320 |
| GI | 2 |
| Sig. Asintótica | 0.852 ns |

No Significativo= ns

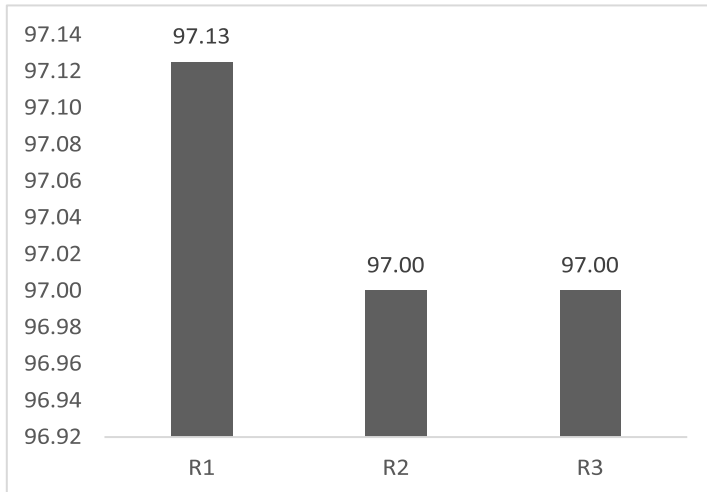
Fuente: La autora

En la Figura 13 correspondiente al porcentaje de plantas aptas para trasplante, se observa el comportamiento de esta variable en las tres repeticiones evaluadas. La repetición uno presentó el valor promedio más alto, con 97.13 %, mientras que las repeticiones dos y tres mostraron valores iguales de 97.00 %.

Aunque se aprecia una ligera variación entre las repeticiones, estas diferencias son mínimas y no representan cambios relevantes desde el punto de vista estadístico.

Figura 13

Promedio de las repeticiones en plantas aptas para trasplante



Fuente: La autora

Por otra parte, en el análisis por tratamientos (tabla 19), el estadístico dio una significancia asintótica de 0.147, valor superior a 0.05, lo que indica que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 19

Prueba de Kruskal-Wallis para tratamientos en plantas aptas para trasplante

Estadísticos de prueba^{a,b}

| | APT |
|------------------------|------------|
| Chi-cuadrado | 10.821 |
| GI | 7 |
| Sig. Asintótica | 0.147 Ns |

No significativo= ns

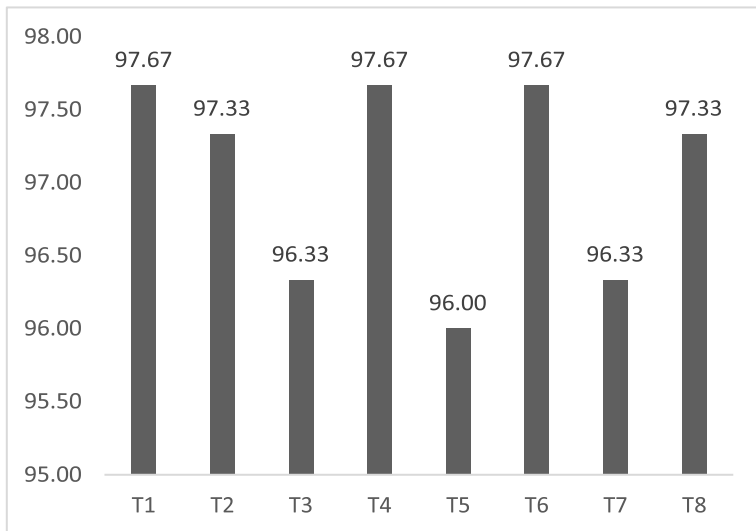
Fuente: La autora

La Figura 14 muestra los valores porcentuales que oscilaron entre 96.00 % y 97.67 %, evidenciando una variación relativamente baja entre tratamientos.

Los tratamientos un, cuatro y seis presentaron los valores promedio más altos de plantas aptas para trasplante, con porcentajes cercanos a 97.67%, mientras que el tratamiento cinco registró el valor más bajo, con aproximadamente 96.00%.

Figura 14

Promedio de los tratamientos en plantas aptas para el trasplante



Fuente: La autora

Estos resultados concuerdan parcialmente con lo reportado por Chimborazo (2015), quien señala que la poda no influye significativamente en el número de plantas aptas para trasplante, lo cual coincide con la ausencia de diferencias estadísticas observadas en el presente estudio. Asimismo, el autor destaca que las podas leves, especialmente realizadas a los 25 días, favorecen la uniformidad y adaptación de las plántulas, mientras que las podas severas afectan negativamente su desarrollo.

4.7 Análisis económico

Tabla 20

Costo total sin poda

| Concepto | Cantidad | Costo Unitario (B/.) | Costo Total (B/.) |
|---|----------|----------------------|-------------------|
| Semilla (1 lb por paquete) | 8 | 293.00 | 2,344.00 |
| Rollo de manguera (sistema de riego) | 1 | 95.00 | 95.00 |
| Tubería | 5 | 7.00 | 35.00 |
| Invernadero (con mano de obra incluida) | 1 | 1,600.00 | 1,600.00 |
| Mano de obra (siembra del semillero) | 4 | 20.00 | 80.00 |
| Fertilización y control de enfermedades | — | — | 300.00 |
| Total general | — | — | 4,454.00 |

Fuente: La autora

Tabla 21

Costo con poda

| Concepto | Cantidad | Costo Unitario (B/.) | Costo Total (B/.) |
|--|----------|----------------------|-------------------|
| Semilla (1 lb por paquete) | 8 | 293.00 | 2,344.00 |
| Rollo de manguera (sistema de riego) | 1 | 95.00 | 95.00 |
| Tubería | 5 | 7.00 | 35.00 |
| Invernadero (con mano de obra incluida) | 1 | 1,600.00 | 1,600.00 |
| Mano de obra (siembra del semillero) | 4 | 20.00 | 80.00 |
| Fertilización y control de enfermedades | — | — | 300.00 |
| Mano de obra por poda (3 podas × 4 jornales) | 12 | 20.00 | 240.00 |
| Total general | — | — | 4,694.00 |

Fuente: La autora

5. CONCLUSIONES

- Los resultados evidenciaron que la ausencia de poda favoreció significativamente el desarrollo del sistema radicular, reflejado en mayores valores de volumen de raíz, destacándose especialmente el tratamiento ocho. Asimismo, el mayor diámetro del pseudotallo se registró en el tratamiento siete, correspondiente al testigo sin poda, lo que indica que la eliminación de tejido vegetal no promovió el fortalecimiento estructural de las plántulas durante la etapa de almácigo.
- En cuanto a la altura y el peso fresco, los tratamientos sin poda alcanzaron los valores más elevados, particularmente el tratamiento ocho, el cual presentó el mayor crecimiento vertical y la mayor acumulación de biomasa. Estos resultados demuestran que la ausencia de poda permitió un desarrollo vegetativo más eficiente, mientras que la aplicación de poda, especialmente en etapas intermedias, limitó parcialmente el crecimiento de las plántulas.
- Respecto al porcentaje de plantas aptas para trasplante, todos los tratamientos mostraron valores elevados, superiores al 96 %, sin diferencias estadísticas significativas. Esto indica que, independientemente del momento de aplicación de la poda, la mayoría de las plántulas alcanzaron condiciones adecuadas para su establecimiento en campo, reflejando una calidad general aceptable del material vegetal producido.
- De manera general, la poda en la etapa de almácigo no representó una ventaja significativa para mejorar el desarrollo inicial de las plántulas de cebolla, ya que los tratamientos sin poda mostraron un desempeño superior

en la mayoría de las variables evaluadas. Por el contrario, las podas tempranas e intermedias tendieron a restringir el crecimiento y la acumulación de biomasa durante esta fase.

- Finalmente, se concluye que el manejo sin poda durante el almácigo constituye una alternativa más eficiente para favorecer el vigor, la estabilidad estructural y el desarrollo fisiológico de las plántulas, contribuyendo a una mejor preparación para su establecimiento en campo y al fortalecimiento del sistema productivo en las condiciones agroclimáticas de la provincia de Los Santos.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores de cebolla de la provincia de Los Santos implementar el manejo del almácigo sin aplicación de poda, ya que esta práctica favorece el desarrollo radicular, el crecimiento vegetativo y la acumulación de biomasa, permitiendo obtener plántulas más vigorosas y estables para el trasplante.
- Es importante mantener un adecuado manejo agronómico del semillero, que incluya una correcta fertilización, riego oportuno, control fitosanitario y manejo de malezas, con el fin de garantizar la calidad y uniformidad de las plántulas, independientemente del tratamiento aplicado.
- En caso de aplicar poda, se recomienda realizarla de manera moderada, o utilizando la poda a los 35 ddg, ya que esta fue la que obtuvo mejor resultado después de los tratamientos sin poda, también se deben evitar podas severas que puedan afectar negativamente el desarrollo fisiológico y estructural de las plántulas.
- Se sugiere a futuros investigadores ampliar este tipo de estudios incorporando un mayor número de híbridos, diferentes intensidades de poda y evaluaciones hasta la etapa de cosecha, con el fin de analizar el impacto de esta práctica sobre el rendimiento final y la calidad del bulbo.
- Asimismo, se recomienda realizar investigaciones en distintas zonas agroclimáticas del país, para comprobar los resultados obtenidos y generar recomendaciones técnicas más precisas y adaptadas a cada región productora.

7. REFERENCIAS CITADAS

- Acosta, A. (1993). *Manual de producción de semillas hortícolas* (1a ed.). Mendoza, Buenos Aires. <https://n9.cl/i5hpev>
- Anculle, A. (1992). *Caracterización y evaluación de la cebolla (Allium cepa L.) var. Cepa, cv. Roja arequipeña, mediante el uso de descriptores* [Tesis de maestría, Universidad Agraria La Molina]. Escuela de Postgrado, Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú. <https://n9.cl/2ofh7>
- Avilés, L., Baffoni, P., Gajardo, O., Alarcón, A., Doñate, M., Cañón, S., Bezic, C., y Sidoti, B. (2019). Influencia del cultivo antecesor sobre la comunidad de malezas en cebolla de siembra directa. *ASAHO*, 38(95), 14–24. <https://n9.cl/3mdit>
- Brewster, J. (1994). *Onions and other vegetable alliums*. Horticultural Research International. <https://n9.cl/b5n14q>
- Chimborazo, D. (2015). *Evaluación del rendimiento de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) Var. RED NICE a partir de plántulas obtenidas mediante la poda de sus hojas* Tesis de pregrado. <https://goo.su/7SkBlz7>
- Corrales, E. (1999). *La cebolla: Aspectos de su cultivo en el país* (Boletín N° 52). Estación Experimental Agrícola La Molina, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. <https://goo.su/yE9Em>
- Dirección General de Análisis Productivo (DAPRO). (2020). *Informe estadístico de la cebolla*. Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, Gobierno de Bolivia. <https://goo.su/jAnpzkQ>

- Enciso, C., Vera, P., Santacruz, A., y Gonzáles, J. (2019). *Guía técnica cultivo de cebolla*. San Lorenzo, Paraguay. <https://shre.ink/tsQG>
- García, G., y Garduño, E. (1986). *Efecto del grosor y poda de la planta de cebolla (Allium cepa L.) al momento del trasplante, sobre el rendimiento del cultivo, en Zumpango, Estado de México*. <https://n9.cl/hpe0p>
- Google. (2025). *Mapa de Google Maps del centro de la ciudad de Utrecht*. <https://acortar.link/24Dr8y>
- Hamón, C., y Papa, B. (2014). *Evaluación de dos híbridos de cebolla (Allium cepa L.) en cuatro ambientes (dos métodos de siembra y dos localidades), bajo condiciones de producción comercial* [Trabajo de grado, Universidad Central de Venezuela]. <https://n9.cl/uez6i>
- Hernández, J. (2014). *Influencia de una fertilización NPK y tres abonos orgánicos en la producción de cebolla (Allium cepa L.) "SIVAN" en el valle de Chao, La Libertad* [Tesis de ingeniero agrónomo]. Trujillo, Perú. <https://n9.cl/hdvtv>
- Jaldo, A. (2017). *Un análisis de la producción y comercio internacional de cebolla. Situación y perspectivas de la cadena de valor en Argentina*. <https://n9.cl/l5gigd>
- Maroto, B. (1995). *Horticultura herbácea especial* (4a ed.). Ediciones Mundi Prensa. <https://n9.cl/hwqyv>
- Medina, J. (2008). *Cebolla: guía técnica*. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). <https://n9.cl/scdgvf>

- Mendoza, J. (1986). *Proyecto de tesis – cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.)* [Proyecto de tesis, Universidad Técnica de Ambato].
<https://n9.cl/7y7sd7>
- Menezes, F., Vieira J., y Kurtz, C. (2013). Crescimento, desenvolvimento, produtividade e perda pós-colheita da cebola em função de podas na fase de produção de mudas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 12(2), 141–148. <https://goo.su/MVVcf15>
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). (2022). *Pese a la pandemia y las lluvias, la producción de cebolla creció en Panamá*. <https://n9.cl/yd1bdm>
- Montas, F. (1989). *Cultivo de la cebolla* (Serie Cultivos). Fundación de Desarrollo Agropecuario, INCFDA. Santo Domingo, República Dominicana.
- Moreira, A., y Hurtado, G. (2003). *Cultivo de la cebolla: Guía técnica*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador.
<https://goo.su/AtJDUvp>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *Producción mundial de cebolla (seca y fresca), 2021*.
<https://n9.cl/3e1h4>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024). *Onion producing countries in the world (2022)*.
<https://goo.su/PzKLR>
- Pagare, V., Din, M., Nandede, B., Yadav, D., Mehta, C., Kumar, M., y Singh, K. (2022). *A comparison of onion seedling growth under various*

- environmental conditions, with an emphasis on mechanical transplanting. Journal of Applied Horticulture*, 24(1). <https://goo.su/1YEuLj>
- Pandirwar, A., Kumar, A., Mani, I., y Islam, S. (2015). *Biometric properties of onion seedlings relevant to the development of onion seedling transplanter. Journal of Applied and Natural Science*, 7(1), 47–52. <https://doi.org/10.31018/jans.v7i1.681>
- Quispe, F. (2023). *Respuesta del cultivo de cebolla roja (Allium cepa L.) a la aplicación de micronutrientes en el distrito de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <https://n9.cl/3swiq>
- Reveles, M., Velásquez, R., Reveles, L., y Cid, J. (2014). *Guía para producción de cebolla en Zacatecas* (Folleto técnico Núm. 62). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas. <https://n9.cl/q3jlx>
- Rothman, S., y Dondo, G. (2008). *Cebolla (Allium cepa L.)*. Cátedra de Horticultura, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Sánchez, C. (2004). *Cultivo y comercialización de hortalizas* (Colección Granja y Negocios). Ediciones Ripalme E.I.R.L. Lima, Perú.
- Solano, M. (2017). *Taxonomía vegetal*. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- Suca, A. (2012). *Curso de cultivo de hortalizas*. Departamento Académico de Agricultura, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. <https://n9.cl/jkaw1>
- Toledo, G. (2011). *Evaluación del efecto de tres podas en el rendimiento del cultivo de la berenjena (Solanum melongena L.), bajo manejo de prácticas orgánicas en San José la Arada, Chiquimula* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Guatemala.
- Valdez, A. (1994). *Producción de hortalizas*. Grupo Noriega, Editorial Limusa S.A. de C.V. México. <https://n9.cl/t70y9>

8. ANEXOS

Anexo 1

Selección del área y establecimiento de tratamientos en almácigo



Anexo 2

Confección de líneas para siembra y división de tratamientos



Anexo 3

Siembra de los híbridos y cobertura con sustrato orgánico



Anexo 4

Aplicación fúngica compuesta después de la siembra

**Anexo 5**

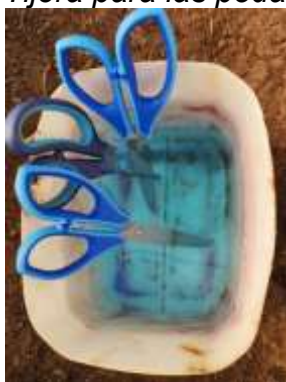
Identificación de los tratamientos

**Anexo 6**

Identificación de malezas

**Anexo 7**

Tijera para las podas

**Anexo 8**

Tratamientos para toma de datos



Anexo 9

Materiales utilizados para la toma de datos

**Anexo 10**

Toma de altura de la planta

**Anexo 11**

Conteo de plantas aptas para trasplante

**Anexo 12**

Pie de rey utilizado para tomar el diámetro del pseudotallo

