

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*),
MEDIANTE SISTEMAS PRODUCTIVOS SOSTENIBLES**

FRANKLIN R. SÁEZ D.

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL
GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE.**

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*),
MEDIANTE SISTEMAS PRODUCTIVOS SOSTENIBLES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO Y MAESTRÍA**

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

APROBADO

PROF. MSc ALBERTO MORENO

DIRECTOR

PROF. MSc FRANKLIN WILCOX

ASESOR

PROF. MSc JOSÉ RIVERA

ASESOR

**LAS TABLAS, LOS SANTOS
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2024

DEDICATORIA

A mis amados padres, quienes, con su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio han sido mi mayor inspiración. Gracias por inculcarme los valores del trabajo, la perseverancia y la honestidad. Cada logro en mi vida es también suyo.

A mi querida tía, Deisy Sáez, quien con su cariño, apoyo y sabios consejos ha sido un pilar fundamental en mi camino. Gracias por creer en mí y por estar siempre presente en cada paso que doy.

Franklin Sáez.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme terminar de forma exitosa este proyecto, por mantener con salud y siempre estar en cada momento. A mis compañeros, docentes y demás personas que estuvieron en el proceso, gracias por su apoyo.

Franklin Sáez

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE APROBACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRAC.....	xvi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específico	3
1.1.3. Hipótesis	4
1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.1. Origen de la cebolla (<i>Allium cepa</i>).....	5
1.2. Descripción de la cebolla	6
1.3. Características morfológicas y botánicas	7
1.3.1. Hojas.....	7
1.3.2. Tallo	8
1.3.3. Pseudotallo	8
1.3.4. Raíz	9
1.4. Fenología de la cebolla (<i>Allium cepa</i>)	9
1.5. Híbridos de cebolla (<i>Allium cepa</i>).....	11
1.6. Características del híbrido Granex 429	11
1.7. Micorrizas ®.....	12
1.7.1. Micorrizafer ®.....	15
1.8. Bacterias Nitrificadoras	17
1.8.1. Azofer ®.....	18

1.9. Enraizador.....	19
1.9.1. Rooting ®	19
2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Localización del ensayo	21
2.2. Diseño experimental	21
2.3. Análisis estadístico.....	25
2.4. Actividad realizada en el campo	25
2.4.1. Invernadero	25
2.4.2. Semillero	26
2.4.3. Preparación del terreno para el ensayo.....	28
2.4.4. Marcación del terreno	29
2.4.5. Instalación del sistema de riego.....	30
2.4.6. Trasplante	31
2.4.7. Fertilización.....	31
2.4.8. Control de enfermedades	33
2.4.9. Cosecha.....	33
3.4.10. Curado y secado de la cebolla.....	34
3.4.11. Empaque.....	35
3.5. Variables de estudio	36
3.5.1 Altura	36
3.4.1.0 Número de hojas	37
3.4.2.0 Bulbos por hectáreas.....	37
3.4.3.0 Diámetro.....	37
3.4.4.0 Rendimiento toneladas por hectáreas (t/ha).....	38
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Altura.....	38
4.2. N° hojas.....	40
4.3. Bulbo/ha.....	42
4.4. Diam-3 cm	43
4.5. Diam-4 cm	44
4.6. Diam-5 cm	46

4.7. Diam-6 cm	47
4.8. Diam-7.5 cm	49
4.9. Toneladas por hectárea t/ha.....	50
4.10. Análisis de Correlación de Pearson.....	53
4.11. Análisis multivariado de componentes.....	56
4.12. Análisis económico	58
5. CONCLUSIONES	60
6. RECOMENDACIONES.....	62
7. BIBLIOGRAFÍA.....	64
8. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. <i>Taxonomía de la cebolla (Allium cepa)</i>	6
Tabla 2. <i>Análisis ANOVA</i>	23
Tabla 3. <i>Tipos de tratamientos aplicados</i>	24
Tabla 4. <i>Análisis de la varianza altura de la planta</i>	38
Tabla 5. <i>Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables altura inicial de la planta</i>	39
Tabla 6. <i>Análisis de varianza n° de hojas</i>	40
Tabla 7. <i>Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables n° hojas iniciales de la planta</i>	41
Tabla 8. <i>Análisis de varianza bulbo/ha</i>	42
Tabla 9. <i>Análisis de varianza diam-3 cm</i>	43
Tabla 10. <i>Análisis de varianza diam-4 cm</i>	44
Tabla 11. <i>Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables diam-4 cm de la planta</i>	45
Tabla 12. <i>Análisis de varianza diam-5 cm</i>	46
Tabla 13. <i>Análisis de varianza diam-6 cm</i>	47
Tabla 14. <i>Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables diam-6 cm de la planta</i>	48
Tabla 15. <i>Análisis de varianza diam-7.5 cm</i>	49
Tabla 16. <i>Análisis de varianza t/ha</i>	50

Tabla 17. <i>Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables t/ha.....</i>	51
Tabla 18. <i>Análisis de Correlación de Pearson.....</i>	55
Tabla 19. <i>Análisis económico</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Morfología de la cebolla</i>	7
Figura 2. <i>Etapas fenológicas del cultivo de la cebolla</i>	10
Figura 3. <i>Micorrizas arbusculares y su papel en la nutrición de las plantas</i>	14
Figura 4. <i>Los hongos ectomicorrízicos y su papel en la nutrición de las plantas</i>	14
Figura 5. <i>Beneficios de la micorrizafer</i>	16
Figura 6. <i>Ubicación del ensayo</i>	21
Figura 7. <i>Diseño experimental del ensayo</i>	22
Figura 8. <i>Construcción de invernadero</i>	26
Figura 9. <i>Preparación de las camas para el semillero</i>	27
Figura 10. <i>Preparación del terreno para el ensayo</i>	28
Figura 11. <i>Marcación del terreno</i>	29
Figura 12. <i>Instalación del sistema</i>	30
Figura 13. <i>Trasplante en campo</i>	31
Figura 14. <i>Fertilización</i>	32
Figura 15. <i>Control de enfermedades</i>	33
Figura 16. <i>Cosecha de la cebolla</i>	34
Figura 17. <i>Curado y secado de la cebolla</i>	35
Figura 18. <i>Empaque de las cebollas cosechadas</i>	36
Figura 19. <i>Análisis multivariado de componentes</i>	57
Figura 20. <i>Curvas de beneficios netos</i>	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Preparación de camas</i>	74
Anexo 2. <i>Camas para semillero</i>	74
Anexo 3. <i>Desarrollo de semillero del invernadero</i>	74
Anexo 4. <i>Parcela antes de la siembra</i>	75
Anexo 5. <i>Quema de la parcela</i>	75
Anexo 6. <i>Preparación de terreno</i>	75
Anexo 7. <i>Semilla para trasplante</i>	76
Anexo 8. <i>Avances del trasplante</i>	76
Anexo 9. <i>Productos utilizados</i>	76

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*), MEDIANTE SISTEMAS PRODUCTIVOS SOSTENIBLES. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS LAS TABLAS PROVINCIA DE LOS SANTOS

Sáez D , Franklin R. 2024 Evaluación de Rendimiento de Cultivo de Cebolla (*Allium cepa*) Mediante Sistemas Productivos Sostenibles. Tesis de maestría en ciencias agrícolas con énfasis en producción agrícola sostenible Los Santos Panamá facultad de ciencias agropecuarias. Universidad de Panamá 76 p.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el rendimiento de los bulbos de cebolla, mediante el uso de un enraizador (rooting) y dos biofertilizantes (Azofer y Micorrizafer) en Pocrí de Los Santos. Se realizó una evaluación sobre el efecto de enraizador y biofertilizantes, en el rendimiento del cultivo de cebolla, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar con 5 repeticiones aplicándose 5 tratamientos, el área total utilizada en el estudio fue de 216 m² utilizando el genotipo Granex 429, en el cual se evaluaron componentes principales y su interacción como, altura, N°hojas, bulbo/has, diámetros en centímetros 3,4, 5,6, 7,7.5. Se obtuvo la mayor altura de la planta de cebolla para el tratamiento testigo + mic y el mayor número de hojas se en el tratamiento testigo+ mic. No se presentó diferencias en los bulbos/has, sin embargo, el mayor rendimiento fue el diam-5, donde se utilizó producto testigo + mic. El Granex 429 obtuvo un rendimiento de 45.24 t/has al aplicarse testigo +mic. Por último, en el análisis económico la rentabilidad del Granex 429 para los costos de producción y beneficio neto del ensayo en 216 m² que constituyó el área de la investigación fue de. B/. 20, 720.00 en bl/ha cuando se utiliza la combinación de los biofertilizantes con micorrizas con un 44.5% de incremento, es decir, el uso de micorrizas tiene un efecto positivo en los componentes de rendimiento del rubro, aumentando la rentabilidad y calidad en el cultivo de cebolla en base al aprovechamiento del agua y los nutrientes.

PALABRAS CLAVE: azofer, enraizador, granex 429, micorrizas.

EVALUATION OF CROPPING YIELD OF ONION (*Allium cepa*), THROUGH SUSTAINABLE PRODUCTION SYSTEMS. LAS TABLES FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES PROVINCE OF LOS SANTOS

Sáez D, Franklin R. 2024. My thesis title comes, then the master's thesis in agricultural sciences with emphasis on sustainable agricultural production, Los Santos Panama Faculty of Agricultural Sciences University of Panama 76 p.

ABSTRAC

In order to evaluate the performance of onion bulbs, through the use of a rooting agent and two biofertilizers (Azofer and Micorrizafer) in Pocrí de Los Santos. An evaluation was made on the effect of rooting agent and biofertilizers on the yield of onion crop, using a completely randomized block experimental design with 5 repetitions applying 5 treatments, the total area used in the study was 216 m² using the Granex 429 genotype, in which main components and their interaction were evaluated such as height, number of leaves, bulb/ha, diameters in centimeters 3,4, 5,6, 7,7.5. The greatest height of the onion plant was obtained for the control + mic treatment and the greatest number of leaves was in the control + mic treatment. No differences were presented in the bulbs/ha, however, the highest yield was diam-5, where the control + mic product was used. Granex 429 obtained a yield of 45.24 t/ha when applying the +mic control. Finally, in the economic analysis, the profitability of Granex 429 for production costs and net profit of the test in 216 m² that constituted the research area was B/. 20, 720.00 in bl/ha when using the combination of biofertilizers with mycorrhizae with a 44.5% increase, that is, the use of mycorrhizae has a positive effect on the yield components in onion crops.

KEY WORDS: azofer, rooting agent, granex 429, mycorrhizae.

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla es un cultivo que se extiende por todas las regiones templadas del mundo. En los últimos años, la cebolla es un cultivo hortícola de gran importancia y ha sido positiva la producción de la cebolla en Panamá, lo que ha permitido que se genere un crecimiento en el sector (García, 2010).

Según el Informe del Ministerio de Desarrollo Agropecuario en su informe (2019-2020) la mayor producción de este rubro se realiza en las provincias de Chiriquí, Coclé, Herrera y Los Santos, y en este último ciclo agrícola se obtuvo un aumento, en comparación al año anterior de 17058660 kilogramos (170,586 quintales), lo que representa el 54.3%; de igual forma la superficie cosechada y la participación de los productores, demuestran crecimientos importantes en el quinquenio. Hasta este 1 de agosto de 2023, la superficie sembrada de cebolla contabiliza unas 274,84 hectáreas, que representa 27,7%, de las 992 hectáreas programadas para el año agrícola 2022-2023 (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2023).

Sánchez y Serrano (1994) elaboraron un manual sobre la producción de la cebolla en tierras alta, considera que la tecnología generada en el cultivo de la cebolla, se percibe como un factor de cambio y de modernización de la productividad, que involucra el uso y manejo racional y eficiente de los recursos naturales y económicos en relación al ser humano, inmerso en su propio ambiente.

Entre los factores que más limitan la producción de cebolla se consideran, la inexistencia de un programa de mejoramiento genético orientado a generar cultivares adaptados a una determinada región, y la disponibilidad de nutrientes que influyen en la producción y calidad del producto de este cultivo, siendo el nitrógeno el nutriente más limitante (Amaya y Méndez, 2012).

Además, Padilla et al., (2019) sostienen en su investigación que la importancia de las micorrizas constituye una asociación multifuncional con las plantas, cuyos beneficios van más allá de los aspectos nutricionales. Son un recurso biológico multipropósito, cuyo manejo, además de los efectos sobre la productividad vegetal, genera beneficios ambientales al mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo.

El bulbo de la cebolla, es un principal influyente en la producción y rendimiento debido a que posee características diferentes al de otros cultivos de raíz como la remolacha o tubérculo como la papa. Cada capa de las cebollas se llama escama y es la base de una hoja individual. El número de hojas es importante para determinar el tamaño del bulbo, los factores de calidad incluyen la forma del bulbo, color y grosor de la escama, firmeza del bulbo, número de puntos de crecimiento y grosor del cuello (Horneck, 2004).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el rendimiento, de los bulbos de cebolla, mediante el uso de un enraizador (rooting) y dos biofertilizantes (Azofer y Micorrizafer)

1.1.2. Objetivos Específico

- Estimar la altura y cantidad de hojas de las plantas de cebolla con la aplicación de dos biofertilizantes y el enraizador.
- Medir el peso y tamaño de los bultos de cebolla con la aplicación de dos biofertilizantes y el enraizador.
- Determinar el análisis económico del uso de micorrizas en el cultivo de la cebolla.

1.1.3. Hipótesis

Ha: Existe diferencia en el rendimiento de los bultos de cebolla entre los tratamientos.

Ho: No existe diferencia en el rendimiento de los bulbos de cebolla entre los tratamientos.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Origen de la cebolla (*Allium cepa*)

Se cree que el centro de origen de la cebolla pudo haber estado en Asia occidental, quizás en la región del antiguo Irán, la región que incluye Irán, Afganistán, Pakistán occidental y los países montañosos del norte. Según lo que se encontró en las tumbas del antiguo Egipto, la gente lo ha estado usando desde la antigüedad, ya entre el 3200 y el 2780 a.C. Las cebollas se cultivaron en la India alrededor del año 600 a. C. y fueron utilizadas por los griegos y romanos ya entre el 400 y el 300 a. Fue introducido en el norte de Europa alrededor del año 500 a.C., a principios de la Edad Media. Se convirtió en un alimento popular en Alemania y otras partes de Europa. Las cebollas fueron llevadas al Nuevo Mundo, donde ya se cultivaban en 1629. Hoy en día, esta cultura se ha extendido a casi todo el mundo. Se desconocen las formas silvestres de la cebolla (Fornaris, 2016).

Según Moreira (2013) “llegó a América de manos de los primeros colonizadores y actualmente existe una amplia gama de variedades, que pueden clasificarse en función del color del bulbo, forma, tamaño, usos, origen y precocidad” (p.155).

1.2. Descripción de la cebolla

La cebolla es una planta bianual que se aprovecha para bulbos y se forma en el primer año de crecimiento. Este bulbo consta de varias capas carnosas en forma de escamas; Las exteriores son más delgadas y transparentes, de diferentes colores, desde rojo o morado hasta blanco, formando la llamada piel. La formación de tallos en el primer año de cultivo es un accidente que parece ser causado por un invierno suave seguido de una primavera fría (Quintero, 2002).

Según González (2011), la cebolla (*Allium cepa*), perteneciente a la familia *Alliaceae*, es originaria de las zonas montañosas de Turquía, Irán, Afganistán y Pakistán. Una característica importante a considerar al momento de crecer es que sus raíces son muy poco ramificadas porque no tienen pelos radicales y alcanzan su máximo volumen en los primeros 15 centímetros (cm) de suelo. Esto determina que su sistema radicular sea muy ineficaz y requiera un cuidadoso riego y fertilización. En la Tabla 1, se muestra la taxonomía de la cebolla (*Allium cepa*).

Tabla 1.

Taxonomía de la cebolla (Allium cepa)

Taxonomía	
Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Amaryllideaceae
Género	<i>Allium</i>
Especie	<i>cepa</i>

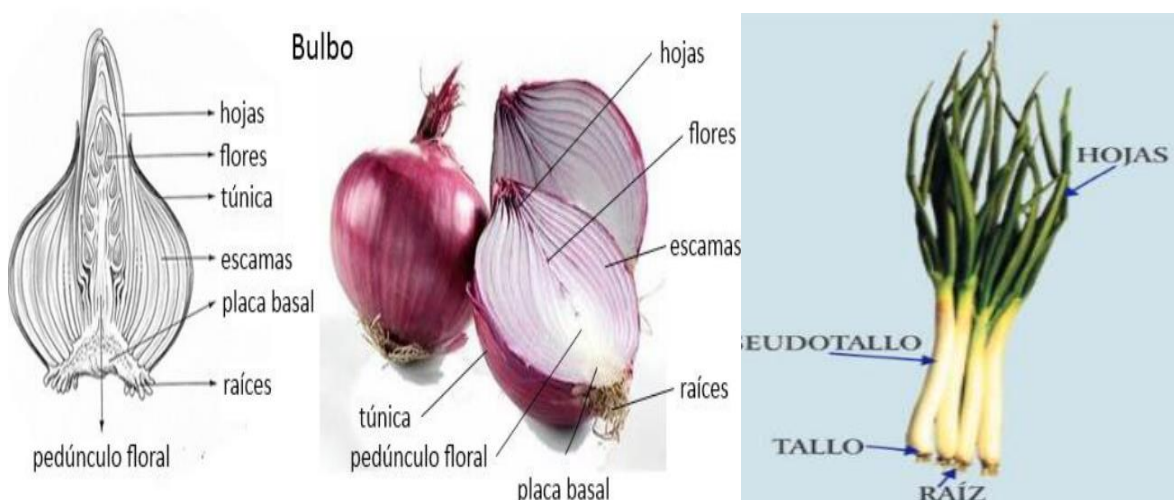
Fuente: (Pinzón, 2004)

1.3. Características morfológicas y botánicas

Según Enciso et al., (2019) “morfológicamente la cebolla esta descrita como una planta herbácea, cuya parte comercial es un bulbo tunicado, que presenta variación en la forma, color, pungencia, tamaño y conservación postcosecha” (p.17). en la Figura 1, se observa la morfología de la cebolla de manera interna y externa.

Figura 1.

Morfología de la cebolla



Fuente: (Pérez y Uchuari, 2015); (Burbano, 2022)

1.3.1. Hojas

Chapi (2022) describe su base es larga y carnosa, van en sentido opuesto y alterno, de manera que emergen en dos hileras separadas en un promedio de 180 grados unas de otras, tomando en cuenta que cada hoja consta de una vaina y un limbo llegando a formar un pseudotallo, que va envuelto por láminas finas. Son

cilíndricas que varían de 25 a 35 cm de largo, el diámetro puede variar de 5 a 7 milímetros (mm).

Antes de emerger del pseudotallo, las hojas son compactas; luego, al emerger, van presentando un espacio vacío en el centro, el cual se va agrandando a medida que crece la hoja y su ápice termina en punta. La forma cilíndrica de las hojas promueve que sean grandes receptoras de luz: tienen 360 grados de lámina fotosintetizadora para captar la energía solar (Sánchez et al, 2012).

1.3.2. Tallo

El tallo se encuentra por bajo el nivel del suelo formando en la base de la planta un disco, para dar origen a la floración se desarrolla el meristemo del ápice caulinar; a partir de esta parte se forman las hojas (Chapi, 2022).

Según Fornaris (2016) “el conjunto de las vainas o bases concéntricas de las hojas van formando el pseudotallo o ‘falso tallo’ de la planta de cebolla, a través del cual las láminas de las hojas más nuevas van emergiendo” (p.2).

1.3.3. Pseudotallo

Es hueco y tubular, algo muy parecido a las hojas, su parte terminal es de forma ovalada y consiste en una inflorescencia de pedicelos cortos (Chapi, 2022).

El nombre de la parte de la hoja que forma el seudotallo no está bien definido, se afirma que es]a cubierta envolvente de las hojas y que puede corresponder al peciolo, asumiendo que el peciolo es la unión entre la base de la hoja y el tallo (Sánchez et al, 2012).

1.3.4. Raíz

La raíz es fibrosa y fasciculada, alcanza una longitud de 20 a 25 cm y lateralmente se extiende aproximadamente 15 cm, Está conformada por raicillas que nacen de la parte inferior del disco basal o tallo y van aumentando a medida que aparecen nuevas hojas y gajos; de cada uno de ellos surgen nuevas raicillas (Sánchez et al, 2012).

1.4. Fenología de la cebolla (*Allium cepa*)

Portella, (2020) indica que la fenología de la cebolla muestra 4 fases:

Crecimiento herbáceo. Comienza con la germinación conformándose un tallo corto donde soldán las raíces y el cual nuestro un meristemo que origina las hojas, finalmente en esta fase da lugar al desarrollo foliar y radicular.

Formación de bulbos. Se inicia con la minimización del sistema vegetativo aéreo y la acumulación y movilización de las reservas en la base de las hojas que a la vez engrosan y originan el bulbo. Durante el periodo se origina la hidrólisis de

los prótidos, síntesis de glucosa y fructosa acumulándose en el bulbo, requiriéndose periodos largos y si la temperatura se eleva la fase se acorta.

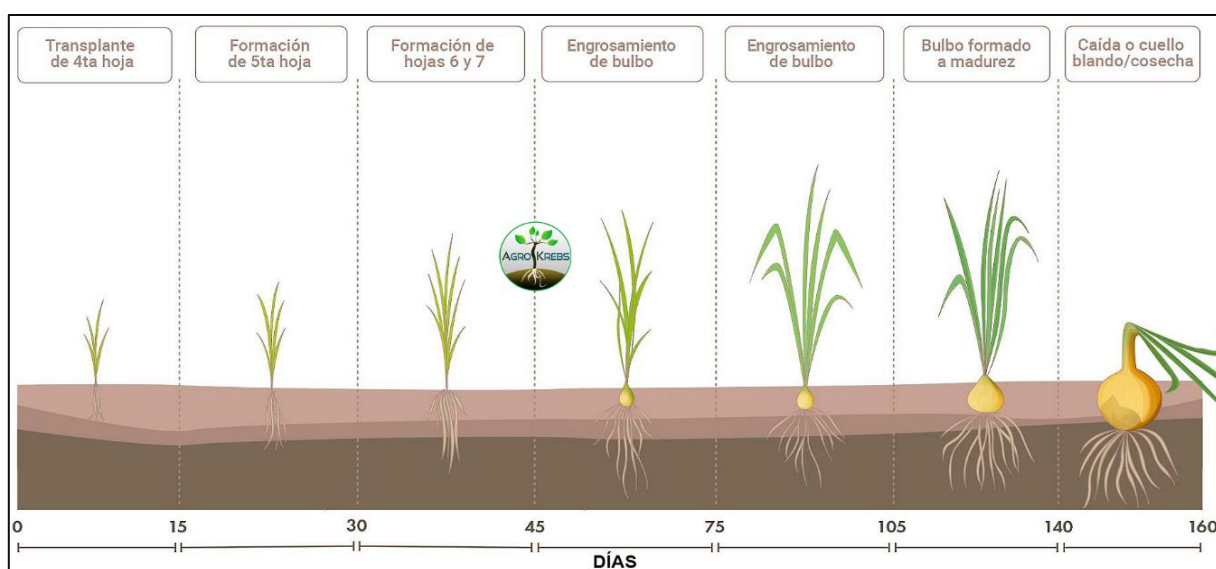
Reposo vegetativo. Señala que la planta se detiene en seco su desarrollo y muestra el bulbo maduro en latencia.

Reproducción sexual. Indica que, durante el segundo año, el meristemo apical del disco evoluciona por las sustancias acumuladas de reserva ubicándose en su parte terminal con inflorescencia en umbela.

En la Figura 2, se puede observar las etapas fenológicas del cultivo de la cebolla desde el trasplante de la 4ta hoja hasta la caída o cuello blando/cosecha.

Figura 2.

Etapas fenológicas del cultivo de la cebolla



Fuente: (AgroKrebs, 2020)

1.5. Híbridos de cebolla (*Allium cepa*)

Para la obtención de una variedad híbrida son necesarias una variedad que actúe como madre y que sea androestéril (Smsms), otra variedad fértil conservadora y una tercera variedad que actúe como padre, perfectamente adaptada al lugar de cultivo y con otras características (Casttel y Castell, 1996).

Según Ayala (2000) las variedades se agrupan en base a su forma, color, sabor, forma de propagación, forma de polinización y fotoperiodo.

- Formas: Achatadas, redondas y ovaladas.
- Sabor: picantes y dulces.
- Color: rojas, amarillas y blancas.
- Forma de polinización: abiertas y los híbridos.
- Forma de propagación: Asexual o por bulbo y sexual por semilla botánica.
- Fotoperiodo: De días cortos, intermedios y días largos.

1.6. Características del híbrido Granex 429

El Granex-429 es un híbrido de forma globosa achatado, tamaño grande de 5 a 10 cm de diámetro, dura, un poco más tardía que Granex 33: 135 días, resiste tres meses de almacenamiento, carne blanca suave, cuello un poco más grueso y sus hojas son más vigorosas que Granex 33. El rendimiento en época lluviosa es de 42 t/ha y en la época seca es de 71 t/ha y, parece tener tolerancia media a raíz

rosada, tiende a rajarse en dos bulbos por efecto de desbalance hídrico en el suelo y en el aire (Sánchez, 1994).

Pirela (2023) dentro de las características del Granex-429 son:

- Bulbos amarillos y uniformes, con un solo centro de crecimiento.
- Días cortos de ciclo medios (95-100 días)
- Alta resistencia a *Fusarium* sp. (F)
- Cuello delgado, lo que le confiere muy buena capacidad de almacenamiento.
- Muy buen comportamiento a enfermedades foliares.
- Semillas por Libra: Promedio-100.000 semillas.
- La variedad es muy adaptable a diferentes zonas y condiciones, especialmente las zonas en donde tiene temperaturas más altas. Su gran rendimiento, madurez y sabor hacen que sea una gran opción para todos los productores cebolleros.

1.7. Micorrizas ®

El término micorriza fue acuñado por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, y procede del griego *mykos* que significa hongo y del latín *rhiza* que significa raíz, es decir, que literalmente quiere decir “hongo-raíz”, definiendo así la

asociación simbiótica, o mutualista, entre el micelio de un hongo y las raíces o rizoides de una planta terrestre (Loo y Pinargote, 2017).

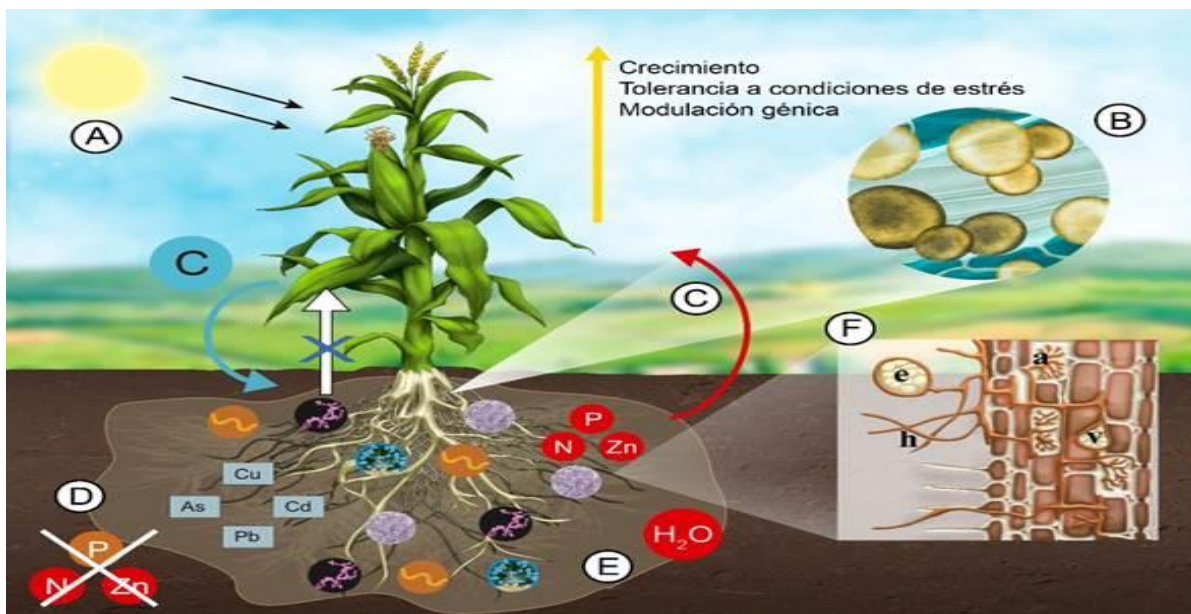
Para Camargo et al., (2012) la micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que, al entrar en contacto con las raíces de las plantas, las pueden envolver formando un manto y penetrarlas intercelularmente a través de las células del córtex, como en el caso de la ectomicorriza o, como en el caso de la micorriza arbuscular, penetran la raíz, pero no se forma ningún manto.

Según Franco (2019) las micorrizas “son uno de los tipos de simbiosis más abundante de la biosfera, que mejoran la absorción de agua y nutrientes de la raíz, permitiendo que colonicen los suelos más pobres” (p.4).

Por su estructura, las micorrizas se clasifican en dos grupos principales: endomicorrizas y ectomicorrizas. Las endomicorrizas son aquellas donde el micelio penetra tanto intra como intercelularmente en las células corticales de las raíces (Figura 3), p. ej., los hongos micorrízicos arbusculares del *Phylum Glomeromycota*. Por otro lado, las ectomicorrizas presentan un micelio que envuelve la raíz y forma un manto (Figura 4), p. ej., algunos hongos de los *Phyla Basidiomycota, Ascomycota* y *Mucoromycota* (Carrillo et al., 2022).

Figura 3.

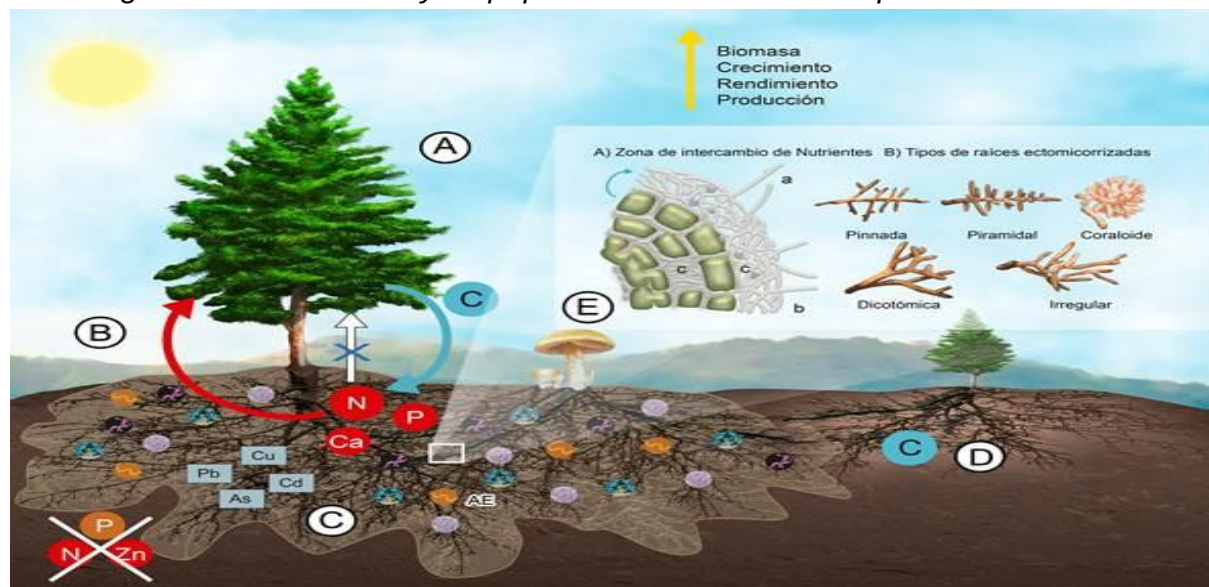
Micorrizas arbusculares y su papel en la nutrición de las plantas



Fuente: (Carrillo et al., 2022)

Figura 4.

Los hongos ectomicorrízicos y su papel en la nutrición de las plantas



Fuente: (Carrillo et al., 2022)

1.7.1. Micorrizafer ®

Biofabrica Siglo XXI (2018) nos dice que, la micorrizafer son un biofertilizante apto para todo tipo de cultivos. Basado en la actividad de hongos micorrizicos arbusculares (*Rhizophagus irregularis*) los cuales ayudan a las plantas a solubilizar fósforo y potasio además de ayudar al crecimiento de raíces. Los Hongos Micorrízicos Arbusculares, también llamados Hongos Endomicorrízicos, son microorganismos benéficos que se asocian de forma natural con las raíces de las plantas y se convierten en una extensión de las mismas, mejorando su capacidad de obtener los nutrientes, los fertilizantes y el agua del suelo. Dentro de las características del micorrizafer se encuentran:

- Presentación de 1kg
- Hongos Micorrízicos Arbusculares de la especie *Rhizophagus irregularis* (antes *Glomus intraradices*)
- Mínimo 100 propágulos micorrízicos por gramo, de los cuales alrededor del 30% son esporas
- Mejoran la eficiencia en el uso de nutrientes y fertilizantes (N,P,K, y micronutrientes).
- Mejoran la eficiencia en el uso del agua de los cultivos.
- Producen fitohormonas que estimulan el crecimiento de la raíz, de tallos, hojas, flores y frutos.
- Protegen a la raíz frente a la acción de plagas y enfermedades.
- Activan las defensas naturales de las plantas

En la Figura 5, se puede observar los beneficios de la micorrizafer de acuerdo al incremento en la rentabilidad del cultivo, incremento en la sanidad del cultivo y para los cultivos más sustentables.

Figura 5.

Beneficios de la micorrizafer

Incremento en la rentabilidad del cultivo

- Menor costo de fertilización.
- Mayor rendimiento.
- Cultivos más sanos y de mejor calidad.
- Menor probabilidad de perder el cultivo por sequía, salinidad de los suelos u otras condiciones adversas.
- La recuperación gradual del suelo y su fertilidad, también generan mayores rendimientos

Incremento en la sanidad del cultivo

- Cultivos más resistentes frente a plagas y enfermedades.
- Menor daño en cosechas, granos, frutos y flores más limpios.
- Menor pérdida por plagas y enfermedades.

Cultivos más sustentables

- Disminuyen la contaminación producida por agroquímicos y su impacto en el medio ambiente.
- Ayudan a disminuir el cambio climático:
 - Al usar menos fertilizante se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero que generan.
 - Incremento en el carbono orgánico del suelo (captura de carbono).
- La recuperación del suelo asegura su fertilidad a largo plazo, evitando la erosión y desertificación

Fuente: (Biofabrica Siglo XXI, 2018)

1.8. Bacterias Nitrificadoras

Daims et al, (2009) el término nitrificación, se refiere a la oxidación secuencial aeróbica del amonio a nitrito y luego a nitrato. Estos dos pasos son catalizados por organismos procariotas quimilitótrofos denominados: bacterias amonio oxidantes (AOB), Archaea amonio oxidantes (AOA) y bacterias nitrito oxidantes (NOB). Hasta el momento no existen organismos capaces de realizar ambos pasos por sí mismos.

Por cada molécula de dióxido de carbono asimilado, aproximadamente 30 moléculas del ion amonio o 100 moléculas de nitrito deben ser oxidadas. Debido a la gran cantidad de iones amonio y nitrito que son necesarios para asimilar dióxido de carbono, las bacterias nitrificantes tienen una muy baja velocidad de crecimiento (Gerardi, 2002).

Las bacterias nitrificantes oxidan el NH_3 a formas más asimilables como NO_3 para las plantas, siendo grupos reconocidos oxidantes de amonio como *Nitrosomonas sp.*, *oxidantes de nitrito*, *Nitrobacter sp.* Las bacterias denitrificantes evitan las pérdidas de nitrógeno por escorrentía y lixiviación, al reducir formas oxidadas del nitrógeno reintegrándolo al ambiente. Algunas bacterias de este grupo incluyen varias especies de *Pseudomonas*, *Alcaligenes* y *Bacillus* (Myrold, 2005).

Según Avendaño (2011) viven en una gran variedad de hábitats, incluyendo agua dulce, agua potable, aguas residuales, agua de mar, agua salobre y en el

suelo. Los principales géneros de bacterias nitrificantes en los fangos activos usan dióxido de carbono o carbono inorgánico para la síntesis de material celular.

1.8.1. Azofer ®

Biofábrica Siglo XXI (2017) describe que el azofer es un biofertilizante concentrado 100% biológico. Elaborado con la bacteria fijadora de nitrógeno *Azospirillum brasilense*. Este microorganismo actúa como pequeña fábrica biológica de nitrógeno. La cual fertilizan a las plantas de forma natural. El efecto de esta bacteria en los cultivos es integral, ya que no sólo tienen efectos nutricionales, sino que mejoran la calidad y la sanidad de los cultivos. Estas bacterias habitan en el suelo cerca de las raíces de las plantas donde establecen una relación de beneficio mutuo (simbiosis) con dichas raíces. En esta relación, las plantas alimentan a las bacterias y a cambio estas le proporcionan los siguientes beneficios:

1. Fertilización natural, mediante la captura de Nitrógeno abundante en el aire y transformándolo en fertilizante nitrogenado en un proceso conocido como fijación de Nitrógeno.
2. Protección contra plagas y enfermedades, estimulando las defensas naturales de las plantas y compitiendo con otras bacterias del suelo capaces de producir enfermedades (bacterias patógenas).
3. Estimula el crecimiento de las plantas, mediante la producción de fitohormonas que estimulan el desarrollo de raíces, brotes, hojas y frutos.

1.9. Enraizador

El enraizante es un producto que se usa para ayudar a crecer nuevas plantas. Se usa como potenciador para las nuevas raíces y protege los esquejes de hongos y enfermedades que pueden haberse introducido durante el proceso de corte, (León et al., 2020).

Además, Quiroz (2021) describe que es un producto estimulante del desarrollo radicular en polvo 100% soluble, formulado con reguladores de crecimiento y ácidos fúlvicos, caracterizados por su capacidad para inducir elongación de células de renuevo.

1.9.1. Rooting ®

ROOTING es un producto formulado a base de un tipo especial de auxinas y cofactores químicos (elementos nutricionales como fósforo y vitaminas) que pueden estimular la generación de nuevas raíces, además ramifica y vigoriza el sistema radicular de plantas ya establecida (DROKASA, 2017).

AGROENZYMAS (2020) en Panamá, el rooting este fertilizante está diseñado para aportar co-factores de crecimiento y bioestimulantes a las raíces, con el fin de potencializar su generación y desarrollo. Gracias a ello se asegura la absorción de agua y nutrientes, así como el mayor establecimiento del cultivo. Su formulación granulada de lenta liberación hace que permanezca cerca de la semilla

hasta que existan las condiciones de humedad necesarias para desencadenar su efecto, superando así las posibles condiciones ambientales adversas del suelo. Como resultado, se optimiza el proceso de fertilización y, con ello, el crecimiento de la planta, además de la cantidad y calidad de sus productos cosechables.

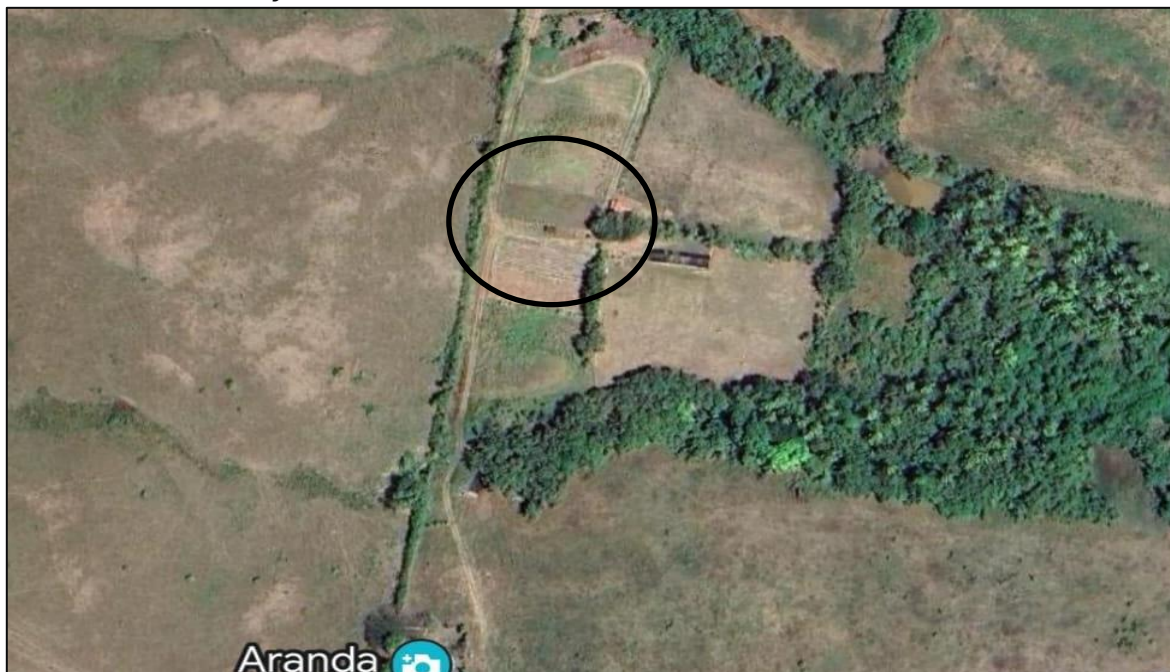
2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en ARANDA, en el distrito de Pocrí, provincia de Los Santos, República de Panamá como muestra la Figura 6, ubicado entre los 7°38'55.8" de latitud Norte y los 80°04'49.8" longitud Oeste. En un área experimental de 300 Mts².

Figura 6.

Ubicación del ensayo



Fuente: Google Maps

2.2. Diseño experimental

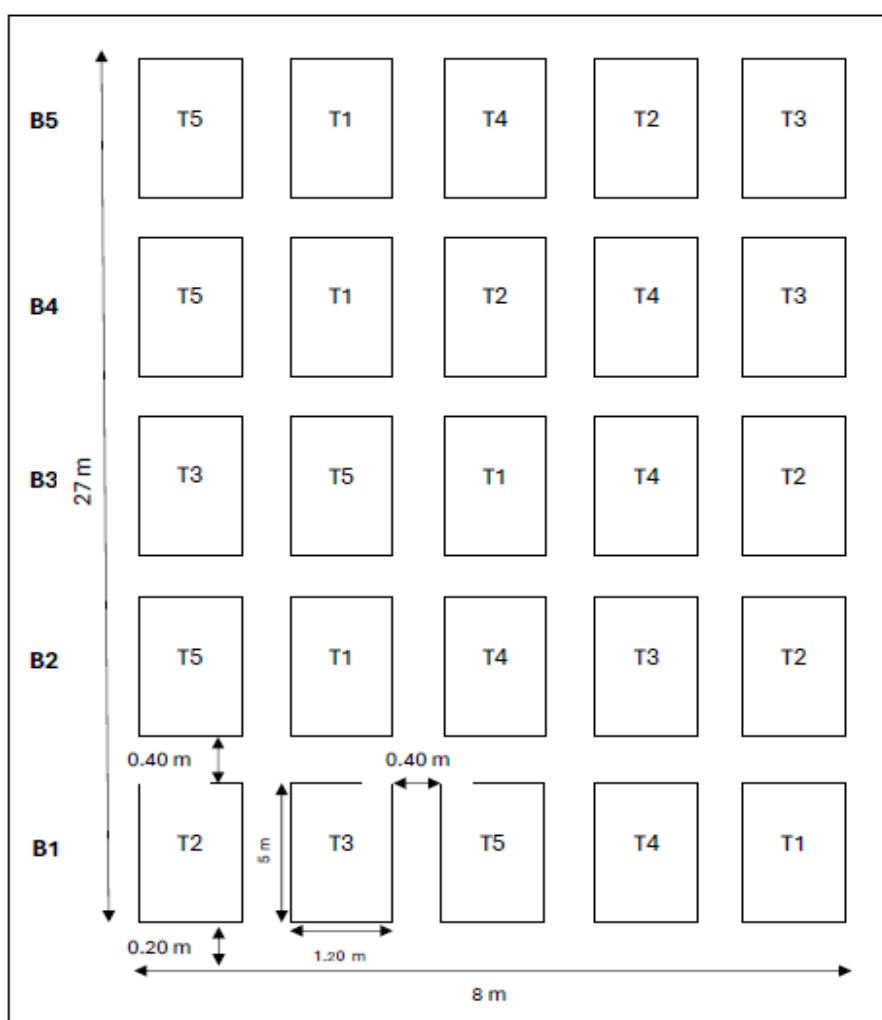
El diseño experimental utilizado fue de bloque completamente al azar con un área total de 216 m² utilizando el genotipo Granex 429. El distanciamiento entre bloques entre tratamientos fue de 0.40 m y largo de la cama fue de 5 m x 1.20m de

ancho, dentro de esta superficie se ubicaron los cinco repeticiones y en cada uno de ellos los cinco tratamientos distribuidos al azar.

En estas unidades experimentales se aleatorizaron los tratamientos en estudio, en donde se utilizaron 5 hileras para el arreglo topológico 10x10, se. En la Figura 7, se observa el arreglo en campo utilizado en el ensayo.

Figura 7.

Arreglo en campo



Fuente: El autor.

Por otro lado, en la Tabla 2. Se muestra el análisis de ANOVA, de acuerdo a la fuente y grado de libertad.

Tabla 2.

Análisis de ANOVA

Fuente	Grado de libertad
Bloques	$r-1 = 4$
Tratamientos	$t-1 = 4$
Error	$(r-1)(t-1) = 16$
Total	$(r t)-1 = 24$

Fuente: El Autor

$$Y_{tj} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable estudiada

$\bar{U}$ = Media Muestral

B_j = efecto de bloque

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

En la Tabla 3, se presentan los tratamientos utilizados en el ensayo, los cuales consisten en cinco tratamientos combinados con la fertilización granulada, enraizador, azofer y micorrizas.

Tabla 3

Tratamientos aplicados

Nº de tratamiento	Tratamiento
1	Abonamiento de base + fertirriego, foliares + urea
2	Abonamiento de base + fertirriego, foliares + urea + enraizador (rooting)
3	Abonamiento de base + fertirriego, foliares + urea + Azofer (Bacteria)
4	Abonamiento de base + fertirriego, foliares + urea + Micorrizafer (hongos micorrizico)
5	Abonamiento de base + fertirriego, foliares + urea + Azofer (Bacteria) + Micorrizafer (hongos micorrizico)

Fuente: El Autor

2.3. Análisis estadístico

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes (Dagnino, 2014). El método la diferencia menos significativa LSD de Fisher se utiliza en el ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores, controlando al mismo tiempo la tasa de error individual en un nivel especificado.

2.4. Actividad realizada en el campo

2.4.1. Invernadero

Durante el mes de diciembre de 2019, se confeccionó un invernáculo de 3m de alto con 22m de largo y 7m de ancho con área total de 154 metros cuadrados para sembrar el semillero de cebolla para el ensayo. Para la construcción del mismo se utilizaron 22 postes de teca de 2m de largo 11 por cada lado a una distancia de 2m entre cada uno. Se utilizaron tablas de madera 2x1 como laterales los arcos fueron hechos con barras de hierro, el plástico que se utilizó era transparente de 150 micras, se utilizaron mangueras de cinta para darle rigidez a los arcos tornillos para amarrar los arcos con la madera y clavos para los aleros. Dentro del mismo se

confeccionaron 3 camas de 1.20 de ancho por 22m de largo. En la Figura 8 se muestra la construcción del invernadero.

Figura 8.

Construcción de invernadero



Fuente: El Autor

2.4.2. Semillero

Para realizar el semillero se utilizó 5 onzas (onz) de semilla híbrido Granex 429. El Sistema de riego utilizado fue por goteo. Los Tubos utilizados en el invernadero para el riego fue PVC de 1 ½ pulgada de diámetro. Por cada cama se utilizaron 9 mangueras de cinta de riego de 1.3 litros/hora con una distancia entre mangueras de 0.10 cm y 20 cm entre emisor con un espesor de 6 milésimas. Se realizó el rayado entre cada manguera y se distribuyó la semilla con un recipiente de soda manualmente luego se utilizó sustrato humedecido para tapar la semilla y se hizo un sello con la mezcla de captan 3 gramos (g) por litro de agua más

metalaxyl 3g por litro para prevenir hongos de suelo al momento de la germinación de la semilla. La germinación fue 5 días después de la siembra del semillero y se realizó una segunda aplicación de captan más metalaxyl a la misma dosis de la primera aplicación a los 7 días después de la misma, a los 10 días se le realizó una aplicación foliar de un fungicida bactericida preventivo llamado bolfe a razón de 3.75 cc/ litro de agua y se le agregó a la mezcla fertilizante foliar triple 20. A razón de 100g/litro de agua. A los 15 días se le realizó una fertilización por el sistema de riego con el enraizador rooting. Y cada 7 días se aplicaba fitosanitaria con bactericida agro azul 1.5 cc/litro de agua mezclado con un insecticida para el control de spodoptera llamado cipermetrina 1.25 cc/litro de agua. Se realizó el trasplante a los 40 días después de la germinación. En la Figura 9 se muestra la preparación realizada de las camas para el semillero quienes serán trasplantadas.

Figura 9.

Confección de semillero



Fuente: El Autor

2.4.3. Preparación del terreno para el ensayo

El terreno que se escogió para realizar el ensayo, primero se procedió a iniciar la primera quema con herbicida para el control de malezas con glifosato a razón de 300 cc /bomba de mochila, se agregó a la mezcla regulador de pH 25 cc/bomba de mochila más adherente penetrante Dach 2 cc/litro de agua. Se realizaron dos pases de rastra y luego se procedo a confeccionar las 5 camas para el trasplante en campo altura de cama 20 cm ancho de cama 1.20 m distancia entre cama 0.40 m, luego se controló la maleza que germinó en la superficie de las camas y se controló con herbicida paraquat a razón de 300cc/bomba de 20 lts hasta antes de iniciar el trasplante. En la Figura 10 muestra la preparación del terreno para el ensayo.

Figura 10.

Preparación del terreno para el ensayo



Fuente: El Autor

2.4.4. Delimitación del terreno

Al terminar todas las labores de preparación de suelo se hizo la marcación del terreno para montar el ensayo donde se escogió un área total de 216 m², se utilizaron 5 camas se marcaron los bloques, la distancia entre los mismos era de 0.40 cm y cada uno estaba compuesto por cinco tratamientos distribuidos completamente al azar teniendo una medida de 5m de largo por 1.20 de ancho dando un área efectiva de 6 m².

Figura 11.

Marcación del terreno



Fuente: El Autor

2.4.5. Instalación del sistema de riego

Se instaló el sistema de riego utilizando tuberías de 2" calibre 26 desde la salida de la bomba centrífuga hasta donde estaba ubicado el ensayo se utilizaron cintas de riego de 20 cm entre emisores por cada tratamiento. Se utilizaron 5 cintas de riego a una distancia entre ambas de 20 cm caudal de la manguera 1.3 litros por hora y espesor de la misma 6 milésimas. La fuente de agua utilizada para el riego fue pozo profundo. En la Figura 12, muestra la instalación del sistema de riego para el cultivo.

Figura 12.

Instalación del sistema



Fuente: El Autor

2.4.6. Trasplante

A los 45 días después de la germinación de la semilla cuando la planta de cebolla alcanzó una altura de 20 cm y 3 hojas verdaderas, se inició el trasplante de la misma antes de sembrarlas en las camas se sacaron del semillero en cajas y se lavó la raíz con agua limpia y seguidamente se desinfectó con una solución de sulfato de cobre pentahidratado con una dosis de 2cc por litro de agua más enraizado raizal 1 g por litro de agua. La distancia utilizada de siembra entre plantas fue 10x10. En la Figura 13 muestra el trasplante en el campo realizado.

Figura 13.

Trasplante en campo



Fuente: El Autor

2.4.7. Fertilización

Después del trasplante se realizó una aplicación a los 3 días después del trasplante (DDT) con stress out a razón de 1 lts/200 lts de agua para el estrés de la

planta al momento del trasplante a los 7 DDT se inició con un plan A de fertirriego donde se utilizaron fertilizantes solubles tales como sulfato de magnesio 15lbs/has, nitrato de amonio 7 lbs/has, nitrato de calcio 12lbs/has, fosfato monoamónico 5lbs/has y sulfato de potasio 10lbs/has 12 DDT.

La fertilización fue a base con abono completo 12-24-12 la cual se fraccionó en tres aplicaciones 10 -25-40 DDT. Además de aspersiones foliares en todas las etapas del cultivo cada 7 días con productos a base macro y microelementos. Después de los 45 DDT se inició con el plan B, donde se incrementaron las dosis de los solubles usados en el plan A, las aplicaciones de potasio se utilizaron bioreguladores de crecimientos para desarrollo de bulbo y a los 75 DDT. Cuando la planta inicia a translocar se utilizaron productos a base de boro calcio y zinc. En la Figura 14 muestra la fertilización realizada durante el ensayo.

Figura 14.

Fertiirrigación



Fuente: El autor.

2.4.8. Control de enfermedades

Durante el cultivo se llevó a cabo un buen control fitosanitario aplicando las buenas prácticas agrícola, se realizaron aplicaciones preventivas en todas las etapas fenológicas para evitar la aparición de algunos patógenos dañinos al cultivo. En la Figura 15, se puede observar el control de enfermedades.

Figura 15.

Control de enfermedades



Fuente: El autor

2.4.9. Cosecha

La cosecha dentro del ensayo se realizó a los 100 DDT, ya cuando los bulbos lograron su madurez fisiológica se procedió con el desbarbe con tijeras, cortando el follaje y las cebollas se recolectaron en carretilla, luego se depositaron dentro del invernadero donde se hizo el semillero y se le realizó una aplicación de sulfato de cobre pentahidratado con bomba de mochila para evitar problemas de hongos y

bacterias en los bulbos a cada tratamiento con su número de bloque para después del secado clasificarlas por tamaño para la recolección de datos para la tesis. En la Figura 16, se observa algunos productos cosechados.

Figura 16.

Cosecha de la cebolla



Fuente: El autor.

3.4.10. Curado y secado de la cebolla

Luego que las cebollas fueron depositadas en el invernadero para evitar la humedad debido a las fuertes lluvias en ese momento se realizó un secador manual de 8 m de ancho por 7m de largo con una altura de techo de 2.5 m con postes de madera y plástico trasparente de 150 micras, allí permanecieron los bulbos 10 días hasta lograr un buen secado para luego realzar el empaque. En la Figura 17, se muestra el curado y secado de la cebolla.

Figura 17.

Curado y secado de la cebolla



Fuente: El autor

3.4.11. Empaque

Luego que se realizaron todas las buenas prácticas agrícola en la parte de manejo de post cosecha y que se obtuvieran todos los datos del ensayo se procedió a empacar la cebolla en sacos rojos de malla de 25 libras, se etiquetó y se llevó a la venta al mercado de la cebolla. En la Figura 18, se muestra el empaque de la cebolla.

Figura 18.

Empaque de las cebollas cosechadas



Fuente: El Autor

3.5. Variables de estudio

3.5.1 Altura

El tallo floral que termina en un escapo alcanza una altura de 1 a 2 m. Los tallos florales son verdes, huecos y ensanchados en su parte central. De acuerdo, el número de tallos florales por planta depende del número de yemas laterales contenidas en la base del plato, en la parte inferior del bulbo. El tallo verdadero o el bulbo (plato) alcanza una altura dentro del rango de 0.5 a 1.5 cm y 1.5 a 2.0 cm de ancho.

3.4.1.0 Número de hojas

Una planta de cebolla creciendo en óptimas condiciones puede llegar a producir de 13 a 18 hojas. Una hoja nueva se produce aproximadamente cada 7 a 10 días a partir de la primera hoja verdadera. Este proceso puede estar influenciado por factores como la variedad, la época de siembra, la longitud del día y la temperatura.

3.4.2.0 Bulbos por hectáreas

Se determina la cantidad de los bulbos obtenidos para cada tratamiento, de acuerdo a la cantidad de cebollas obtenidas.

3.4.3.0 Diámetro

Se obtuvieron cebollas de diferentes diámetros de 3,4,5,6 y 7 cm de acuerdo a los diferentes tratamientos aplicados.

Tipo de tamaño	Diámetro en milímetros (m.m)	Tolerancias en porcentajes de acuerdo al peso
Grandes	70 m.m	10% de cebollas medianas
Medianos	50-60 m.m	10% de cebollas grande so chicas
Chicas	30-40 m.m	10% de cebollas Medianas

3.4.4.0 Rendimiento toneladas por hectáreas (t/ha)

Una vez clasificado los bulbos por hectáreas se procedió a conocer la cantidad de acuerdo al peso obtenido en las cebollas cosechadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable altura de la planta se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) para el tratamiento comercial, comercial+ azof, comercial + enraizador (Tabla 4).

Tabla 4.
Análisis de varianza altura de la planta

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	622.08	8	77.76	100.58	<0.0001**
Rep	7.75	4	1.94	2.51	0.0832 NS
Tratamiento	614.33	4	153.58	198.65	<0.0001**
Error	12.37	16	0.77		
Total	634.45	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

De acuerdo a las medias el tratamiento donde se utilizó producto comercial + micorriza fue superior al resto de los tratamientos y mostró diferencia con el tratamiento comercial + azof + micorriza. De acuerdo a los tratamientos utilizados la planta con mayor altura fue de 70 cm para el tratamiento com + mic y el de menor altura fue de 57.4 cm. (Tabla 5).

Tabla 5.

Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables altura inicial de la planta.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Comercial	57.40	5	0.39	A
Com + azof	57.64	5	0.39	A
Com + enr	58.44	5	0.39	A
Com +azof + mic	64.60	5	0.39	B
Com + mic	70.00	5	0.39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Hernández (2014), en comparación con sus resultados en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.), obtuvo 69.25 cm de tamaño aplicando Humus de Lombriz + NP a los 90 días después del trasplante.

Sin embargo, Quispe (2021) encontró resultados similares a la investigación realizada, con una altura mayor de 72 cm y la menor de 57 cm de acuerdo a los diferentes tratamientos aplicados. Ayala (2000) en su estudio realizada a los siete materiales de cebolla, sobre altura de planta en centímetros, para determinar el mejor material, se determinó que una de las más altas fueron la de Granex 429 con 67 cm de altura.

López (2013), señala que, la ligereza de desarrollo de las plantas se expresa cuando se realiza un buen abonamiento al suelo y el follaje, en consecuencia, como aumento de peso, volumen, área o longitud por unidad de tiempo y depende a las condiciones climáticas, edáficas existentes.

4.2. N° hojas

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de hojas indican que si hubo diferencia altamente significativa ($p < 0.0001$) para los tratamientos com + mic. (Tabla 6).

Tabla 6.

Análisis de varianza n° de hojas.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.80	8	1.35	4.15	0.0074 NS
Rep	0.80	4	0.20	0.62	0.6578 NS
Tratamiento	10.00	4	2.50	7.69	0.0012 **
Error	5.20	16	0.33		
Total	16.00	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

De acuerdo a las medias el tratamiento donde se utilizó producto com + micorriza fue superior al resto de los tratamientos, sin embargo, los otros tratamientos com + azof, com + enrr, comercial, com + azof + mic existe una similitud estadísticamente significativa entre sí. De acuerdo a los tratamientos utilizados se obtuvo una media de 11.4 de hojas por plantas en el tratamiento com + mic. (Tabla 7).

Tabla 7.

Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables n°hojas iniciales de la planta

Tratamiento	Medias	n	E. E	
Com + azof	9.60	5	0.25	A
Com + enr	9.80	5	0.25	A
Comercial	10.00	5	0.25	A
Com +azof + mic	10.20	5	0.25	A
Com + mic	11.40	5	0.25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nuestro estudio coincide con los resultados de Vila (2017) del cual se desprende que para la fuente de variación de bloques no existe diferencias estadísticamente significativas, el mismo que es explicado por el comportamiento homogéneo del área experimental.

Ruiz et al., (2007) las plantas que tienen mayor desarrollo son las que reciben tratamiento con abono comercial, sin embargo, explica en su estudio que el testigo presentó valores bajos. Tambo (2016) explica que cuando se aplica 60% de fertilizante se obtiene 11.83, con 30% tuvo 10.17 hojas y el testigo tuvo 9.17 hojas a los 130 días de evaluación, los resultados muestran que a mayor cantidad de aplicación del fertilizante los resultados son favorables, en similitud a nuestros datos del estudio el cual se obtuvo 11.4 al aplicar productos comercial y micorrizas. Además, la fase de formación de las hojas es un periodo crítico en requerimiento de nutrientes, especialmente nitrógeno (Álvarez et al., 2014). Una característica peculiar de la cebolla es que, iniciada la fase de crecimiento del bulbo ocurre la

interrupción del crecimiento de las hojas. Por ello, el tamaño del bulbo en la cosecha está asociado altamente al tamaño y al número de hojas de la planta; por lo que es esencial mantener una cantidad grande de hojas saludables con buen desarrollo para que garanticen la producción de bulbos grandes y con forma adecuada para el mercado (Oliveira, 2015).

4.3. Bulbo/ha

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable bulbo/ha muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para todos los tratamientos aplicados (Tabla 8).

Tabla 8.
Análisis de la Varianza bulbo/ha

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32211250000.00	8	4026406250.00	1.06	0.4351 NS
Rep	16235625000.00	4	4058906250.00	1.07	0.4039 NS
Tratamiento	15975625000.00	4	3993906250.00	1.05	0.4117 NS
Error	60735625000.00	16	3795976562.50		
Total	92946875000.00	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

Para Cruz (2005) el híbrido Granex 429, posee bulbos de buen tamaño y una alta productividad en condiciones favorables, son redondos, presentando escamas externas de color amarillo. Los resultados obtenidos por Peña (2010), señalan que;

para obtener bulbos grandes, las distancias de siembra deben ser de 14, ya que con ésta se presentarán los mayores pesos promedios y un diámetro comercialmente aceptado. Cargua (2013) indica que, a una menor densidad de siembra, la competencia por nutrientes entre las mismas es menor, por lo que las plantas se pueden desarrollar de mejor manera.

4.4. Diam-3 cm

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable diam-3 cm muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para todos los tratamientos aplicados (Tabla 9).

Tabla 9.
Análisis de varianza diam-3 cm

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1747.68	8	218.46	1.22	0.3471 NS
Rep	773.04	4	193.26	1.08	0.3985 NS
Tratamiento	974.64	4	243.66	1.36	0.2903 NS
Error	2859.36	16	178.71		
Total	4607.04	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

En cuanto al diámetro de los cultivares que se desarrollan en los trópicos, los bulbos pueden alcanzar un diámetro mayor de 2.5 cm con un peso medio de 40 a 50 gramos (Gorin 1997; Medina, 2008).

Las densidades de siembra que se recomiendan para el desarrollo adecuado de los bulbos en variedades evaluadas deben ser las siguientes, 0.15 metros entre planta y 0.20 metros sobre surco (Bejo, 2013).

Según Sainz y Quiroga (2003), el diámetro de la cebolla es muy importante en el proceso de curado y secado de esta hortaliza, cuando se tiene el cuello de cebolla muy grueso, las cebollas tardan mucho más en el curado y las pérdidas son mayores, esto indica que el tratamiento de micorriza no es muy favorable ya que el generar un cuello grueso, no implica mejores rendimientos.

4.5. Diam-4 cm

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable diam-4cm muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para los tratamientos aplicados com+mic, com+enr,com+azof+mic (Tabla 10).

Tabla 10.
Análisis de varianza diam-4 cm

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9473.28	8	1184.16	3.99	0.0089 NS
Rep	6814.64	4	1703.66	5.74	0.0046 NS
Tratamiento	2658.64	4	664.66	2.24	0.1105 NS
Error	4749.36	16	296.84		
Total	14222.64	24			

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias

De acuerdo a las medias el tratamiento donde se utilizó producto comercial + azofer fue superior al resto de los tratamientos y mostró diferencia con el tratamiento comercial. En el comercial se obtuvo 51.80 y en el com+mic fue de 83.4 de acuerdo a la media (Tabla 11).

Tabla 11

Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables diam-4 cm de la planta

Tratamiento	Medias	N	E.E		
Comercial	51.80	5	7.70	A	
Com + mic	61.80	5	7.70	A	B
Com + enr	64.00	5	7.70	A	B
Com +azof + mic	68.40	5	7.70	A	B
Com + azof	83.40	5	7.70		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El diámetro del cuello es una variable considerada importante, cebollas con cuellos gruesos al momento de la cosecha serán un problema en la pos cosecha, el mismo debe estar cerrado y delgado para evitar podredumbres que afecten la calidad y el tiempo de almacenamiento (Carballo y Maeso 2005).

Rodríguez et al., (2016) coinciden con los resultados obtenidos al del tratamiento del bulbo de mayor diámetro superó los 35 y en 83 al tratamiento del bulbo más pequeño, la utilización de bulbos de 3,0 a 4,0 cm de diámetro bajo condiciones permite alcanzar valores de rendimiento muy cerca del potencial de la variedad.

Para Galindo (2017) el diámetro de bulbo es una de las principales variables de la investigación, debido a que está determinada como un indicador de calidad y por consiguiente la rentabilidad y la aceptación al mercado.

4.6. Diam-5 cm

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable diam-5 cm muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para todos los tratamientos aplicados (Tabla 12).

Tabla 12.
Análisis de varianza diam-5 cm

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9466.72	8	1183.34	1.20	0.3588 NS
Rep	5646.56	4	1411.64	1.43	0.2692 NS
Tratamiento	3820.16	4	955.04	0.97	0.4520 NS
Error	15788.64	16	986.79		
Total	25255.36	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

En referencia a los resultados Ayala (2000) obtuvo de seis híbridos evaluados, el de mayor diámetro y rendimiento fue con el Granex 429 un diámetro de 5.27 cm en similitud con el estudio y un mayor rendimiento. Para la comercialización el tamaño de la cebolla se mide por la longitud del diámetro

transversal o ecuatorial, aunque existe una alta correlación entre peso y diámetro. Las cebollas deberán ser clasificadas de acuerdo a categorías de calibre, siendo, el tamaño mediano (Médium) de un diámetro entre 5,1 y 7,7 (Carballo, 2006).

4.7. Diam-6 cm

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable diam-6 cm muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para los tratamientos com + azof + mic , com + mic (Tabla 13).

Tabla 13.
Análisis de varianza diam-6 cm

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7850.32	8	981.29	2.46	0.0595 NS
Rep	4115.36	4	1028.84	2.58	0.0771 NS
Tratamiento	3734.96	4	933.74	2.34	0.0990 NS
Error	6377.44	16	398.59		
Total	14227.76	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

De acuerdo a las medias el tratamiento donde se utilizó producto comercial, com+ mic fue superior al resto de los tratamientos y mostró diferencia con el tratamiento com+ azof. En el comercial se obtuvo 85 y en el com+mic fue de 95 de acuerdo a la media (Tabla 14).

Tabla 14

Comparación de medias mediante la prueba Tukey para las variables diam-6 de la planta

Tratamiento	Medias	N	E. E		
Com + azof	58.00	5	8.93	A	
Com +azof + mic	75.00	5	8.93	A	B
Com + enr	78.80	5	8.93	A	B
Comercial	85.00	5	8.93		B
Com + mic	95.00	5	8.93		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donoso (2015) y Peláez (2018) reportan sus trabajos realizados sobre la adaptación de híbridos de cebolla utilizando fertilizantes y micorrizas, en donde la cebolla obtuvo un mayor diámetro de 6.34 cm superando otras variedades como la criolla quien obtuvo 5.1 cm.

Méndez y Viteri (2016) afirman que la menor incidencia de enfermedades en cultivos de cebolla se presenta cuando los suelos para cultivo son fertilizados con una mezcla de fertilizante químico con biofertilizantes. Por otro lado, Medrano y Ortuño (2007) concluyeron que las plántulas de cebolla tratadas con bioabonos como micorrizas y humus de lombriz mostraron buenas cualidades agronómicas y control de enfermedades, durante esta investigación se evidenció que no hubo presencia de enfermedades fitosanitarias, lo cual sería indicador de que el tipo de suelo y las condiciones agroclimáticas de la zona (temperatura, textura, drenaje, topografía) dificultan la proliferación de éstas enfermedades, aun cuando el suelo no fue fertilizado previamente al cultivo.

4.8. Diam-7.5 cm

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable diam-7.5 cm muestran que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para todos los tratamientos aplicados (Tabla 15).

Tabla 15.
Análisis de varianza diam-7.5 cm

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	435.68	8	54.46	1.83	0.1448 NS
Rep	282.24	4	70.56	2.37	0.0962 NS
Tratamiento	153.44	4	38.36	1.29	0.3161NS
Error	476.56	16	29.79		
Total	912.24	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

Fonseca (2012), asevera que los bulbos mejoran su formación, cuando el distanciamiento permite una menor compactación del suelo, de manera tal que el bulbo crezca en diámetro sin ningún problema. Uzquiano (2016) esto indica que a mayor diámetro del bulbo madre de cebolla, se obtendrá un dentado con mayor peso, lo cual se debe a que la planta tiene mayor disponibilidad de nutrientes, agua y menos competencia entre plantas.

4.9. Toneladas por hectárea t/ha

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable t/ha se observaron diferencias altamente significativas para el tratamiento comercial, comercial+ enr (Tabla 16).

Tabla 16.
Análisis de varianza t/ha

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	462.92	8	57.87	4.64	0.0045 NS
Rep	89.26	4	22.32	1.78	0.1822 NS
Tratamiento	373.66	4	93.42	7.45	0.0014**
Error	200.60	16	12.54		
Total	663.52	24			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

De acuerdo a las medias el tratamiento donde se utilizó producto com + mic fue superior al resto de los tratamientos y demostró diferencia con el cm+ azf. El Granex 429 obtuvo un rendimiento de 45.24 t/ha y el de menor rendimiento fue el cm+azf con 33.28 t/ha (Tabla 17).

Tabla 17.

Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables altura inicial de la planta.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Com + azof	33.28	5	1.58	A
Comercial	38.20	5	1.58	B
Com + enr	38.42	5	1.58	B
Com +azof + mic	40.54	5	0.39	B C
Com + mic	45.24	5	0.39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ayala (2000) encontró que el mayor rendimiento de t/ha lo obtuvo en el uso del híbrido Granex 429 con 33.7 t/ha siendo menor a nuestro estudio y relacionado al usar com ´azof. Carnanza y Casas (2005) en cambio fue superado con un 62.89 t/ha con 80% de cebolla exportable.

Torquato et al., (2017) fue el estudio con mayor similitud en cuanto a la aplicación de micorrizas y su relación con la fecha de siembra fue de 43.74 t/ha y siendo el mes de junio y julio el mayor rendimiento comercial.

Rojas y Otuñe (2007) sostienen que el uso de nuevas alternativas, como la utilización de micorrizas combinadas con materia orgánica, constituye una buena opción para reducir el uso de productos químicos y transformar los sistemas agrícolas en formas de producción más sostenibles desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social.

Por otro lado, es indudable que la aplicación de materia orgánica, en cualquiera de sus formas, al suelo, además de contribuir con elementos minerales, mejora sustancialmente las propiedades fisicoquímicas del mismo, mediante el aporte de radicales orgánicos, lo cual aunado al suministro de fertilizante químico y a la acción de las micorrizas, redunda en un incremento del rendimiento del cultivo (Agudelo y Casierra, 2004). Esto se puede observar en el cuadro, en donde el rendimiento del cultivo se incrementó debido a la aplicación de micorrizas, mientras que los tratamientos en los cuales no se aplicaron micorrizas obtuvieron una media baja en el rendimiento.

4.10. Análisis de Correlación de Pearson

En el cuadro 16 podemos observar que la variable altura tiene una correlación positiva con el número de hojas (0.93), el diam-3 cm (0.76) moderada y también tiene una correlación positiva moderada con t/ha (0.88), es decir, a mayor altura, mayor números de hojas, diam-3 cm y t/ha. En la variable N° de hojas tiene una correlación positiva muy alta con el rendimiento en bulbos por hectárea (0.87) y t/ha (0.92), lo que sugiere que a medida que aumenta el número de hojas, también lo hace el rendimiento en bulbos.

La correlación con otras variables, como los diámetros, es más débil. Para bulbo/ha tiene una correlación moderada con el diam-5 cm (0.79) y diam-6 cm (0.83) en el cual a mayor bulbo/ha mayor será el diam-6 cm en el cultivo. En cuanto a la variable Diam-4 cm tienen una correlación negativa con el diam-5 cm (-0.72), diam-6 cm (0.84) y diam-7.5 cm (0.71) es decir, que hay una fuerte tendencia a que cuando una de las variables aumenta, la otra disminuye.

En el diam-5 cm y diam-6 cm existe una correlación positiva de 0.80, por lo tanto, estos tipos de plantas tienden a crecer de manera similar en cuanto a su diámetro.

Por último, Diam-6 cm (0.89) muestra correlaciones positivas con t/ha, lo que sugiere que a medida que aumentan estos diámetros, también lo hace el rendimiento por hectárea.

Faustino (2006) evaluó el efecto de tres dosis de micorrizas sobre la altura, N° hojas y de diámetros donde sus resultados reportaron los efectos favorables sobre las variables evaluadas y un rendimiento mayor en t/ha.

Por otro lado, Sánchez et al., (2021) demuestran la influencia y su relación de los diferentes tratamientos en los componentes de rendimiento y diámetro del bulbo, con micorrizas. El cual la cebolla con mayor rendimiento en t/ha se obtuvo con valor de 6,4 cm de diámetro. En cual coinciden la relación existente entre el diam-6 cm y t/ha a medida que aumentan estos diámetros, también lo hace el rendimiento por hectárea.

La colonización de las plantas de cebolla con hongos micorrizógenos, induce un incremento en la producción de biomasa y, por ende, en el diámetro del bulbo, como lo demostraron Charron et al., (2001). Los mismos autores reportan resultados positivos en cuanto a la firmeza de los bulbos inoculados con micorrizas, aunque hubo diferencia en la firmeza de los bulbos de acuerdo con la especie de micorriza utilizada.

Las plantas inoculadas con micorriza en combinación con humus de lombriz y gallinaza (T3, T4, T5) evaluados en el cultivo de cebolla, permitieron la obtención de altos rendimientos y un mayor desarrollo de la planta (mayor altura de planta, mayor diámetro de bulbo, mayor desarrollo radical, mayor vigor y mayor sanidad de las plantas) en ausencia de fertilizantes químicos (Rojas y Ortuño, 2007).

Tabla 18.
Análisis de correlación de Pearson

				Diam-3	Diam-4	Diam-5	Diam-6	Diam-7.5	t/ha
	Altura	Nhojas	bulbo/ha						
Altura									
Nºhojas	0.93								
bulbo/ha	0.68	0.87							
Diam-3	0.76	0.77	0.65						
Diam-4	-0.12	-0.36	-0.45	0.24					
Diam-5	0.18	0.46	0.79	0.06	-0.72				
Diam-6	0.60	0.79	0.83	0.27	-0.84	0.80			
Diam-7.5	0.26	0.49	0.39	0.21	-0.71	0.31	0.63		
t/ha	0.88	0.92	0.78	0.48	-0.56	0.53	0.89	0.45	

Fuente: El autor.

4.11. Análisis multivariado de componentes

La aplicación del análisis multivariado permitió confirmar la tendencia de los resultados obtenidos por los análisis de varianza realizados individualmente, para cada una de las variables de crecimiento y rendimiento, lo que permitió además reconocer cuáles de los tratamientos utilizados manifestaron el comportamiento más contrastante ante la aplicación de micorrizas, azofre, enraizado y producto comercial.

En la Figura 19 se muestra la distribución de las respuestas (valores porcentuales en relación a tipos de tratamientos) del Granex 429 de la cebolla, ante los cinco tratamientos probados, considerando nueve variables: altura, número de hojas, bulbo/ha, diam-3 cm, diam-4 cm, diam-5 cm, diam-6 cm, diam-7.5 cm y t/ha, las cuales fueron representadas por vectores. En total de los tratamientos se incluyeron 25 lecturas que consistieron en los datos obtenidos del material genético evaluados en las cinco repeticiones. Se encontró que la mayor dispersión o diversidad de respuesta entre éstos se presentó en el tratamiento com+ azof, com+azf+mic,com+enr con un dispersión porcentual de 22.3%.

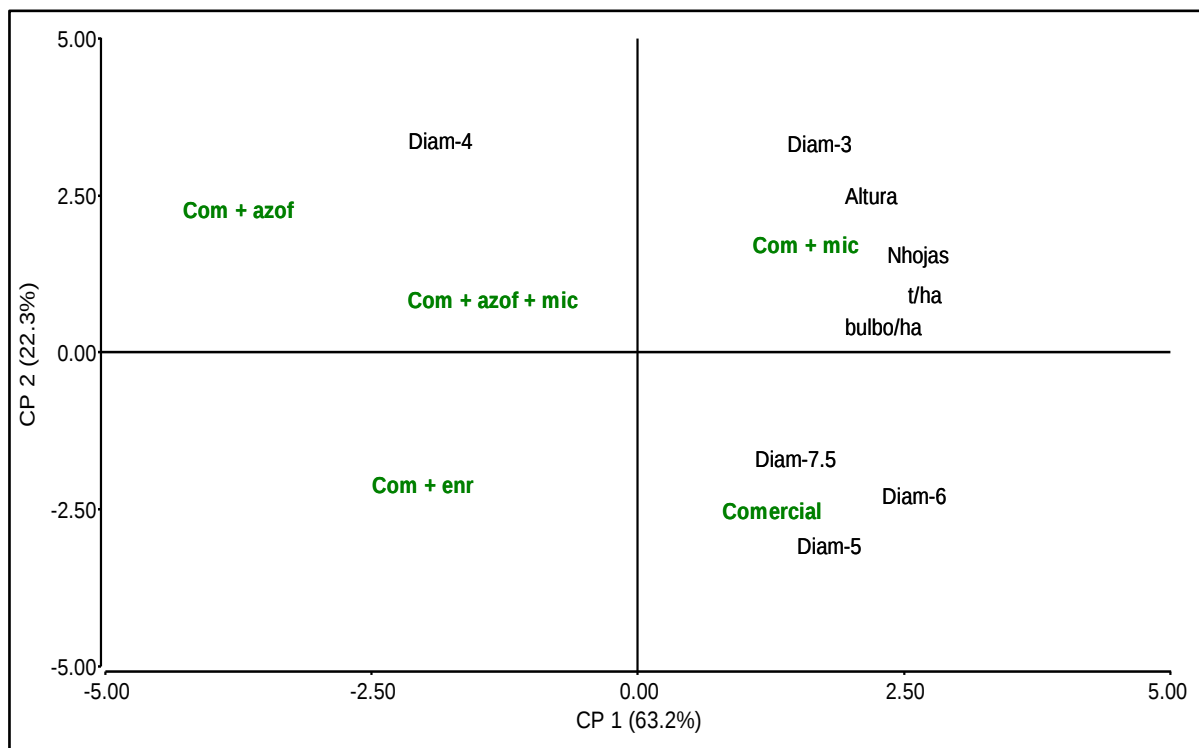
Por otra parte, en el análisis multivariado el mayor porcentaje de afinidad y rendimiento fue de 63.2% entre los cinco tratamientos aplicados al genotipo de cebolla se observa que el com+mic fue el que mayor relación y afinidad porcentual que se obtuvo con las variables diam-3, altura, n°hojas, t/ha y bulbo/ha y también

existió un efecto en el comercial con las variables diam-7.5 cm, diam-6 cm y diam-5 cm.

Este resultado en efecto en el rendimiento corrobora lo evaluado por Moreira et al., (2019) reafirmando la influencia que tiene el uso de la micorriza combinada con otros productos en este tipo de cultivo es fundamental para que el suelo mantenga los niveles de nutrientes. El empleo de biofertilizantes con micorriza, contribuyen a mejorar el estado nutricional e hídrico de las plantas al propiciarles a éstas una mayor exploración de volumen de suelo, por lo tanto, mayor crecimiento y rendimiento del cultivo.

Figura 19.

Análisis de Componente Principal, BIPLLOT.



Fuente: El Autor.

4.12. Análisis económico

Para evaluar la rentabilidad del Granex 429 y la aplicación de los cinco tratamientos de determinaron los costos de producción del ensayo (Tabla 19) en 216 m² que constituyó el área de la investigación.

El tratamiento com + mic con el que se obtuvo el mejor beneficio neto en rendimiento con un costo de B/.20, 720.00 en B/ha (Figura 17). La variación de los costos está dada básicamente por el diferente costo de los biofertilizantes y micorrizas que recibió cada tratamiento. El gasto es mayor (B/.20,720.00) cuando se utiliza la combinación de los biofertilizantes con micorrizas 44.5%, sin embargo, el incremento de los rendimientos cubre los gastos incurridos al diferenciarse en un -34.2%, -0.5% y 12.1% por encima de los tratamientos sin micorriza.

Tabla 19.

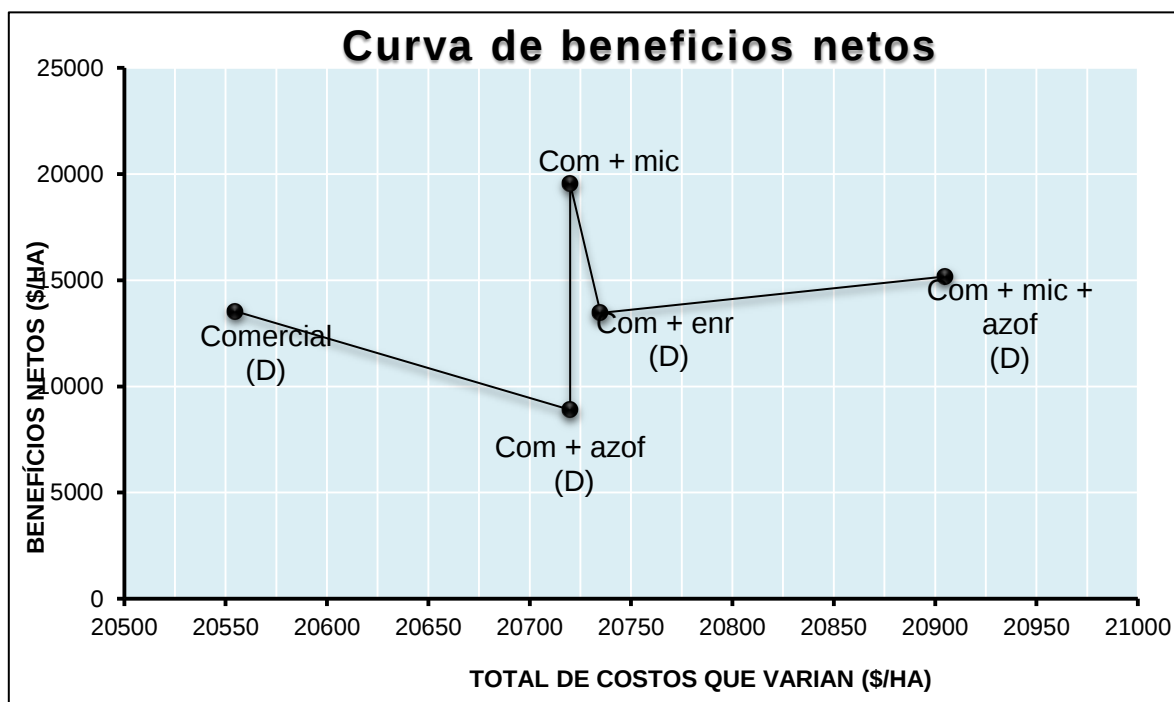
Análisis económico

Trat	Tratamiento	Costo total	Costo que varían	Beneficios netos	Incremento (%)
1	Comercial	B/.20,555.00	B/. -	B/. 13,532.00	0.0%
3	Com + azof	B/.20,720.00	B/. 165.00	B/. 8,899.20	-34.2%
4	Com + mic	B/. 20,720.00	B/. 165.00	B/. 19,543.60	44.4%
2	Com + enr	B/. 20,735.00	B/. 180.00	B/. 13,458.80	-0.5%
5	Com + azof + mic	B/.20,905.00	B/. 350.00	B/. 15,175.60	12.1%

Fuente: El Autor

Figura 20.

Curvas de beneficios netos



Fuente: El Autor

5. CONCLUSIONES

- La mayor altura de la planta de cebolla fue de 70 cm para el tratamiento com + mic y el mayor número de hojas se obtuvo fue de 11.4 de hojas por plantas en el tratamiento com + mic.
- En el diam-5 cm y diam-6 cm existe una correlación positiva de 0.80, por lo tanto, estos tipos de plantas tienden a crecer de manera similar en cuanto a su diámetro. Además, el Diam-6 cm (0.89) muestra correlaciones positivas con t/ha, lo que sugiere que a medida que aumentan estos diámetros, también lo hace el rendimiento por hectárea.
- No se presentó diferencias en los bulbos/ha, sin embargo, el mayor rendimiento fue el diam-5, donde se utilizó producto com + mic. El Granex 429 obtuvo un rendimiento de 45.24 t/ha al aplicarse com+mic.
- Se encontró que la mayor dispersión o diversidad de respuesta entre éstos se presentó en el tratamiento com+ azof, com+azf+mic,com+enr con un dispersión porcentual de 22.3%.
- Por otra parte, en el análisis multivariado el mayor porcentaje de afinidad y rendimiento fue de 63.2% entre los cinco tratamientos aplicados al genotipo de cebolla se observa que el com+mic fue el que mayor relación y afinidad porcentual que se obtuvo con las variables diam-3, altura, n°hojas, t/ha y

bulbo/ha y también existió un efecto en el comercial con las variables diam-7.5 cm, diam-6 cm y diam-5 cm.

- En el análisis económico la rentabilidad del Granex 429 para los costos de producción y beneficio neto del ensayo en 216 m² que constituyó el área de la investigación fue de B/.20, 720.00 en B/ha cuando se utiliza la combinación de los biofertilizantes con micorrizas con un 44.5% de incremento.

6. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los altos rendimientos obtenidos en la cebolla, se recomienda utilizar el micorrizafer con cuatro aplicaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo.
- Se recomienda una distancia aproximada entre bloques de 0.40 cm con una medida de 5m de largo por 1.20 de ancho para un área efectiva de 6m².
- En la fase de trasplante a los 45 días después de la germinación de la semilla se recomienda realizarlo una vez que la planta de cebolla alcance una altura de 20 cm y 3 hojas verdaderas, sin embargo, se deben de secar y lavar la raíz con agua limpia y desinfectar con una solución de sulfato de cobre pentahidratado con una dosis de 2cc por litro de agua más enraizado raizal 1 g por litro de agua.
- Para alcanzar mayor crecimiento y desarrollo de la planta, como para elevar el rendimiento de la cebolla de bulbo utilizar comer+ mic, por cuanto fue el que mejor resultado reportó, mejor altura, número de las hojas, mejor diámetro y rendimiento t/ha, en las condiciones que se desarrolló el ensayo.

- Es necesario realizar más investigaciones a nivel de campo, para evaluar el potencial de Cebolla (*Allium cepa* L.) y poder introducirla en áreas con climas cálidos y zonas bajas en Los Santos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AGROENZYMAS. (2020). *Rooting*. https://agroenzymas.com/pa07_rooting_g.html
- Agro Krebs. (septiembre, 2020). *Fenología de la cebolla*. Obtenido de <https://www.facebook.com/photo/?fbid=959917761159343&set=a.565875290563594>
- Agudelo, M. y Casierra, F. (2004). *Efecto de la micorriza y gallinaza sobre la producción y la calidad de cebolla cabezona (Allium cepa L. Yellow granex)* *Rev. Fac. Nac. Agron*, 57(1), pp.
- Álvarez, J., Venegas, S., Soto, Chávez, A. y Zavala, L. (2014). Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla en Apatzingán, Michoacán, México. *Rev. Avanc. Investig. Agropecu.* 15 (2), 29-43.
- Amaya, J. y Méndez, E. (2012). Crecimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. “Roja Arequipeña” en función de la fertilización NxK. *Scientia Agropecuaria*, 3(1), pp. 7-14
- Avendaño, L. (2011). *Estudio de la población de bacterias nitrificantes y su relación con los parámetros físico-químicos, biológicos y operacionales en una EDAR con sistema convencional de Fangos Activos* [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Ayala, G. (2000). *Evaluación De Cinco Variedades Y Dos Híbridos De Cebolla Allium Cepa L, En Dos Localidades Del Departamento De Chiquimula* [Tesis de maestría]. Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala.
- Bayer, K. (2016, agosto). *Guía de plántulas 2: el trasplante*. <https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/noticias/blog-guia-de-plantulas-2-el-transplante.html>

- Bejo, A. (2013). *Descripción de variedades del cultivo de cebolla. Guatemala*.
<https://es.scribd.com/document/327083614/Cultivo-de-Cebolla>
- Biofábrica Siglo XXI. (2017). *Azofer*. <https://biofabrica.com.mx/en/azofer/>
- Biofabrica Siglo XXI. (2018). *Micorrizafer Plus*. <https://biofabrica.com.mx/wp-content/uploads/FICHA-TE%CC%81CNICA-MICORRIZAFER.pdf>
- Burbano, J. (2022). *Descripción de las principales enfermedades en cultivo cebolla (Allium cepa L.) y sus métodos de control* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.
- Camargo, S., Montaña, N., De la Rosa, S y Montaña, S. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), pp-1-19
- Carballo, S. y Maeso, D. (2005). *Manejo pos cosecha*. In. *Tecnología de producción de cebolla*. Arboleya J. (ed). Montevideo, UY, INIA. p. 211-220.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8716/1/Bd-88-Carballo-p.211-220.pdf>
- Carballo, S. (2006). *Estándares de calidad para cebolla dulce de exportación* [Archivo pdf].
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2759/1/111219240807160248.pdf>
- Cargua, Y. (2013). *Respuesta de la cebolla perla (Allium cepa L) a cuatro densidades de siembra y dos láminas de riego*. Ascázubi, Pichincha [Tesis de maestría]. Universidad Central de Ecuador, Ecuador.
- Carnanza, A. y Casas, A. (2005). *Comparativo de nuevo cultivares de cebolla (Allium cepa) bajo condiciones del Valle de Nepeña-ANCASH*.

<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Ana%20Carranza.pdf>

Carrillo, S., Puente, J., Montes, S. y Cruz, R. (2022). Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta botánica mexicana*, (129), e1932.

Castel, R. y Castell, Z. (1996). Híbridos de la cebolla. *Horticultura*, 16, pp. 13-23

Cruz, K. (2005). *Semillas de calidad para el agricultor profesional. Informe Técnico* [Archivo pdf].

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b4a457ba-9e89-4f17-8c9f-5aa51fa46f8d/content>

Chapi, L. (2022). *Evaluación de la aplicación de micorrizas en interacción con fertilización orgánica en el cultivo de cebolla larga (Allium fistulosum) en el Centro Experimental San Francisco* [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, Tulcán, Ecuador.

Charron, G., et al., (2001). Response of onion plants to arbuscular mycorrhizae. Part I. Effects of inoculation method and phosphorus fertilization on biomass and bulb firmness. *En: Mycorrhiza*, 11(4), pp. 187-197.

Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Rev Chil Anest*; 43, pp.306-310

Daims, H., Lückner, S. y Wagner, M. (2009). Una nueva perspectiva sobre los microbios anteriormente conocidos como bacterias oxidantes de nitritos. *Science direct*, 24 (9), pp. 699-712

Donoso, P. (2015). *Estudio de adaptación y evaluación agronómica de cuatro Híbridos de Cebolla Roja (Allium cepa L.) con manejo sustentable en la*

provincia de Santa Elena. [Tesis de grado]. Escuela superior politécnica del litoral Guayaquil, Ecuador.

DROKASA. (2017). *Ficha técnica rooting*.
<http://www.drokasa.pe/aplication/webroot/imgs/catalogo/pdf/Ficha%20Tecnica-ROOTING.pdf>

Enciso, C., Vera, P., Santacruz, A. y González, J. (2019). *Guía técnica cultivo de cebolla*. Universidad Nacional de Asunción.
https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf

Faustino, E. (2006). *Contribución del FitoMas E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS “Nelson Fernández* [Tesis de maestría]. Universidad Agraria de La Habana.

Fernández, A. (1998). *Semilleros*.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1968_07.pdf

Franco, J. (2019). *Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas*.
https://ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf

Flores, J. y Ojeda, W. (2015). *Consideraciones agronómicas para el diseño de invernaderos típicos de México*.
https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/riego-drenaje/libro-invernaderos-de-mexico.pdf

Fonseca, J.; Suquilanda, M. (2012). *Respuesta de cinco genotipos de cebolla colorada (Allium cepa) a tres distancias de siembra bajo manejo orgánico*.

- Cayambe, *Pichincha* [Tesis de maestría]: Universidad Central del Ecuador, Ecuador.
- Fornaris, G. (2016). Conjunto tecnológico para la producción de cebolla. *College of Agricultural Sciences*.pp.1-10.
- Galindo, O. (2017). *Evaluación de la adaptabilidad y rendimiento de variedades de cebolla, la blanca, San Marcos* [Tesis de maestría]. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Gracia, R. (2010). *Manejo Integral del Cultivo de Cebolla en Tierras Altas*. En: *Programa de Actualización a Especialistas, Módulo III Agrícola: Tomate de Mesa, Papa, Cebolla*.
[https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/Proyecto_Cebolla_\(Collantes_et_al\).pdf](https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/Proyecto_Cebolla_(Collantes_et_al).pdf)
- Gerardi, M. (2002). *Nitrification and Denitrification in the Activated Sludge Process* / M.H. Garardi.. 10.1002/0471216682.ch1.
- Grasso, A. y Díaz, M. (2020). *Manual de buenas prácticas de manejo de fertilización*.
https://www.fertilizar.org.ar/subida/BMPN/BPMN_Fertilizar102018.pdf
- Andrés Gómez, R. (2016). Que es el trazado de suelos. *Central Occidental-MAG*, 38.
- González, I. (2011). La Cebolla, una excelente oportunidad para la zona centro sur de Chile. *Encuentro de tecnología agropecuaria*, 1(8), pp. 23-29
- 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 Maestría]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

- Horneck, D. (2004). Manejo de nutrientes en la cebolla. *Informaciones agronómicas*, 1(61), pp.9-10.
- Inostroza, J. y Méndez, P. (2015). Preparación del suelo. *INIA Carillanca*, 1(1), pp. 29-57
- León, A., Arzube, M., Andrade, C. y Campos, C. (2022). Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, en Manglaralto, Santa Elena. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(5), pp. 164–171.
- López, C., (2013). *Respuesta agromorfológica y fisiológica de la cebolla (Allium cepa L.) al estrés hídrico controlado* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Medrano, A. y Ortuño, N. (2007). Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba - Bolivia. *Acta Nova*, 3(4), pp. 660-679.
- Méndez, M., y Viteri, S. (2016). Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*allium cepa*) en Cucaita Boyacá. *Agronomía Colombiana* 25(1), pp. 168-175.
- Myrold, D., (2005). Transformations Of Nitrogenin Sylvia, D., Hartel, P., Fuhrmann, J.and Zuberer, D. *Principles and Appli-cations of Soil Microbiology*, PrenticeHall, pp. 333-72.
- Moreira, J. (2013). Cebolla. *Verduras y Hortalizas*, pp.155-156.
- Oliveira, V. R. (2015). *Árvore do conhecimento. Cebola. Brasil: Embrapa*. [Archivo pdf]. <http://pt.scribd.com/doc/38399349/Cultura-da-Cebola>

- Padilla, J., Jiménez, W., Rojas, W., Rojas, F. y Ortuño, N. (2019). Evaluación de poblaciones de micorrizas en el cultivo de cebolla en el Valle de Cochabamba. *Revista de agricultura*, 59, pp.57-62
- Peláez, J. (2018). Adaptabilidad de tres variedades de cebolla roja (*Allium cepa* L.), bajo las condiciones climáticas del distrito de Lamas – Región San Martín [Tesis de grado]. Universidad Nacional De San Martín, Perú.
- Peña, F. (2010). Efecto de la densidad de siembra y del aporque en la producción y calidad de la cebolla puerro (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 101–108.
- Pérez, M. y Uchuari, W. (2015). *Proyecto de factibilidad para crear una empresa productora y comercializadora de cebolla blanca de rama en polvo (Allium fistulosum), en la ciudad de Loja* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Pirela, K. (2023). *Cebolla 429. Características*
<https://es.scribd.com/document/676420384/Cebolla-429>
- Pinzón, H. (2004). *Manual de la cebolla de rama*. Colombia. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13255/Ver_documento_13255.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Portella, G. (2020). *Comparativo de seis cultivares de Allium cepa L. “cebolla amarilla” en rendimiento, bajo condiciones del Valle de Supe-Lima* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.
- Quintero, J. (2002). Cultivo extensivo de la cebolla. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 18(82), pp.1-20

- Quiroz, K. (2021). Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura [Tesis de maestría]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- Quispe, B. (2021). *Respuesta del cultivo de cebolla roja (Allium cepa L) a la aplicación de micronutrientes en el distrito de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Perú.
- Rodríguez, M., Montenegro, C., Vieras, E. y Alonso, F. (2016). Efecto del diámetro del bulbo y la densidad de plantación en la producción de semilla de cebolla, por el método semilla-bulbo-semilla. *Cultivos Tropicales*, 37(4), pp. 7-12
- Rojas, K. y Ortuño, N. (2007). Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova*, 3(4), pp. 697-719.
- Ruiz, C., Russián, T y Tua, D. (2007). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agron. Trop.* 57(1), pp 7-14
- Sainz, C. y Quiroga V. (2003). La problemática fitosanitaria de la cebolla en Bolivia. *Revista de Agricultura*. 31, pp. 21-24
- Sánchez, E. y Serrano, C. (1994). *Manual del cultivo de la cebolla para las Tierras Altas de Chiriquí*. Obtenido de <https://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cebolla.pdf>
- Sánchez, G., Pinzón, H., Clímaco, J., Herrera, C., Martínez, E., Quevedo, D., Murcia, G., Pedraza, R., Martínez, P., Piñeros, L., Montaña, C., Valderrama, Y., Pinzón, Luz. Y Rodríguez, J. (2012). *Manual de la cebolla de rama*.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13255/Ver_documento_13255.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, I., Ortega, R., Ávila, O. y Samuels, W. (2021). Efecto de Glomus Hoi Like y Fitomás-E sobre el cultivo de la Cebolla (*Allium cepa* Lin). *Ingeniería Agrícola*, 12(2), e09,

Tambo, D. (2016). *Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (Allium cepa L.) con riego complementario, en la Estación Experimental Choquenaira, Viacha – La Paz* [Tesis de maestría]. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Uzquiano, G. (2016). *Efecto de densidades de plantacion y diametros de bulbo madre En cebolla (allium cepa l.) Variedad mizqueña para la obtención de Diente* [Tesis de maestría]. Universidad mayor de San Andrés, La paz, Bolivia.

Vila, M. (2017). *Producción de cebolla (allium cepa l.) En tres densidades de siembra y con cuatro fuentes de materia orgánica* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional De Huancavelica, Perú.

8. ANEXOS

Anexo 1.
Preparación de camas



Anexo 2.
Camas para semillero



Anexo 3.
Desarrollo de semillero del invernadero



Anexo 4.
Parcela antes de la siembra



Anexo 5.
Quema de La Parcela



Anexo 6.
Arranque de la semilla para trasplante



Anexo 7.

Semilla para trasplante



Anexo 8.

Avances del trasplante



Anexo 9.

Productos utilizados

