

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

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

**PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa. L*)
CON TRES ARREGLOS TOPOLÓGICOS EN EL EJIDO DE LOS SANTOS**

KAREM GISELA VEGA GUTIÉRREZ

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

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

**PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa*. L)
CON TRES ARREGLOS TOPOLOGICOS EN EL EJIDO DE LOS SANTOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAGÍSTER 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:

<hr/> MSc. Franklin Wilcox	ASESOR
<hr/> Dr. Román Gordón Mendoza	JURADO
<hr/> MSc. José Rivera	JURADO

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico a mi familia, pilar fundamental en mi vida.

A mis padres Alberto Vega y Nubia Gutiérrez, quienes con su inquebrantable amor y sacrificio me han forjado como persona y han sido mi mayor inspiración en mi formación como profesional. A mi abuela Victorina Gutiérrez, su constante apoyo y aliento han sido la fuerza que me ha impulsado a superar los mayores desafíos y perseverar en este camino. A mis hermanos Albis Vega y Anel Vega, quienes han compartido conmigo todos los momentos de alegrías como los de dificultad, su presencia y ánimo ha sido un bálsamo en los tiempos de cansancio y desaliento.

Esto es por ustedes y para ustedes.

KAREM GISELA VEGA GUTIÉRREZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por siempre iluminar y guiar mis pasos, por hacerme resiliente en cada adversidad que se me presenta en el camino y por darme la fortaleza necesaria para lograr esta meta.

Agradezco a aquellos profesionales que han dejado una huella indeleble en mi formación académica y profesional. A mis profesores cuya guía y conocimientos han sido una fuente inagotable de inspiración y aprendizaje, gracias por su dedicación y compromiso. Al director de esta tesis M.Sc Franklin Wilcox, y a los asesores Dr Román Gordón y M.Sc José Rivera; a los Ingenieros Raúl González, Marcelino García, José Guerra y M.Sc Alberto Barahona por su tiempo, orientación y apoyo brindado a mi persona a lo largo de este camino.

Mi agradecimiento también a la Universidad de Panamá, La Facultad de Ciencias Agropecuarias y al Instituto de Innovación Agropecuaria por abrirme las puertas y permitirme realizar esta investigación dentro de sus instalaciones.

Expreso, además, mi agradecimiento a esas amistades que han estado en cada etapa dándome palabra de aliento y motivación.

KAREM GISELA VEGA GUTIÉRREZ

ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>HOJA DE APROBACION</i>	<i>i</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>iii</i>
<i>ÍNDICE DE CONTENIDO</i>	<i>iv</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>vi</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>ix</i>
<i>ÍNDICE DE ANEXOS</i>	<i>x</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xi</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xii</i>
<i>1. INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>1.1. OBJETIVOS</i>	<i>2</i>
1.1.1. Objetivo general.....	<i>2</i>
1.1.2. Objetivos específicos.....	<i>2</i>
<i>1.2. HIPÓTESIS</i>	<i>3</i>
<i>2. REVISIÓN DE LITERATURA</i>	<i>4</i>
<i>2.1. Origen de la cebolla</i>	<i>4</i>
<i>2.2. Clasificación Taxonómica</i>	<i>4</i>
<i>2.3. Descripción de la cebolla</i>	<i>4</i>
<i>2.4. Características botánicas y morfológicas</i>	<i>4</i>
2.4.1. Raíz.....	<i>4</i>
2.4.2. Bulbo.....	<i>5</i>
2.4.3. Tallo.....	<i>5</i>
2.4.4. Hojas.....	<i>6</i>
<i>2.5. Etapas fenológicas</i>	<i>6</i>
<i>2.6. Híbridos de cebolla</i>	<i>7</i>
2.6.1. Híbrido Granex 429.....	<i>7</i>
2.6.2. Híbrido Alvara.....	<i>7</i>
<i>2.7. Arreglos Topológicos</i>	<i>8</i>
<i>3. MATERIALES Y MÉTODOS</i>	<i>9</i>
<i>3.1. Localización geográfica</i>	<i>9</i>
<i>3.2. Muestreo y análisis de suelo</i>	<i>9</i>
<i>3.4. Análisis estadístico</i>	<i>12</i>
<i>3.5. Arreglo en campo y manejo Agronómico</i>	<i>12</i>
3.5.1. Prácticas realizadas en campo.....	<i>13</i>
3.5.1.1. Preparación del terreno.....	<i>13</i>
3.5.1.2. Riego.....	<i>14</i>

3.5.1.3. Semillero y trasplante.....	14
3.5.1.4. Fertilización.....	14
3.5.1.5. Manejo de Plagas y Enfermedades.....	16
3.5.1.6. Cosecha.....	16
3.6. Variables de estudio	17
3.6.1. Altura de la planta en centímetros (cm).....	17
3.6.2. Número de hojas	18
3.6.3. Diámetro Ecuatorial (mm).....	19
3.6.4. Diámetro Longitudinal en milímetros (mm)	19
3.6.5. Grosor de cuello en milímetros (mm).....	19
3.6.6. Peso de bulbo en gramos (g).....	19
3.6.7. Descripción de tamaños de cebolla	20
3.6.8. Bulbo jumbo.....	20
3.6.9. Bulbo grande.....	20
3.6.10. Bulbo mediano	20
3.6.11. Bulbo comercial.....	20
3.6.12. Bulbo no comercial.....	20
3.6.13. Rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1.1. Atura de la planta	21
4.1.2. Número de hojas	24
4.1.3. Diámetro Ecuatorial.....	26
4.1.4. Diámetro Longitudinal.....	29
4.1.5. Grosor de cuello	31
4.1.6. Peso de Bulbo	32
4.1.7. Bulbo jumbo	34
4.1.8. Bulbo grande	35
4.1.9. Bulbo mediano.....	37
4.1.10. Bulbo chico	39
4.1.11. Bulbo comercial	40
4.1.12. Bulbo no comercial.....	41
<i>Resultados del análisis de varianza ANOVA para la.....</i>	<i>41</i>
4.2.13. Rendimiento	42
<i>Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable rendimiento en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla</i>	<i>43</i>
5. CONCLUSIONES.....	46
6. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la Cebolla.....	4
Tabla 2. Fases Fenológicas de la cebolla (<i>Allium cepa</i> L.).....	6
Tabla 3. Características del Híbrido Granex 429	7
Tabla 4. Características del Híbrido Alvara	8
Tabla 5. Componentes General de la ANOVA	11
Tabla 6. Descripción de los tratamientos	12
Tabla 7. Plan de fertilización utilizado en el ensayo Producción Sostenible de dos híbridos de cebolla (<i>allium cepa</i> . 1) con tres arreglos topológicos en El Ejido de Los Santos	15
Tabla 8. Clasificación de Cebolla según su Diámetro Ecuatorial	20
Tabla 9. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable altura de la planta en el ensayo producción sostenible de dos híbridos de cebolla	21
Tabla 10. Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables altura inicial de la planta Medias con la misma letra no son significativamente diferentes	22
Tabla 11. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable número de hojas de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla	25
Tabla 12. Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables altura inicial de la planta	26
Tabla 13. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable diámetro ecuatorial de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla	27
Tabla 14. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable diámetro ecuatorial de la planta	28

Tabla 15. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable diámetro longitudinal de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla	29
Tabla 16. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable diámetro longitudinal de la planta	30
Tabla 17. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable grosor de cuello de bulbo en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla	31
Tabla 18. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable Grosor de cuello...	32
Tabla 19. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable peso de bulbo de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla	33
Tabla 20. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable peso de bulbo	34
Tabla 21. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo jumbo en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	34
Tabla 22. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo jumbo	35
Tabla 23. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo grande en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	35
Tabla 24. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo grande	36
Tabla 25. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo mediano en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	38
Tabla 26. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo mediano.....	39
Tabla 27. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo chico en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	39
Tabla 28. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo chico.....	40
Tabla 29. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo comercial en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	40

Tabla 30. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo chico.....	41
Tabla 31. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo no comercial en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	41
Tabla 32. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo no comercia.	42
Tabla 33. Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable rendimiento en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.....	43
Tabla 34. Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable rendimiento.	44
Tabla 35. Número de bulbos por tamaño, híbridos y arreglo topológico.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del ensayo en El Ejido de Los Santos	9
Figura 2. Terreno preparado para establecer el ensayo	13
Figura 3. Cosecha	17
Figura 4. Toma de datos de altura de la planta.....	18
Figura 5. Conteo de número de hojas de la planta.	18
Figura 6. Medición de diámetro longitudinal con el pie de rey	19
Figura 7. Gráfica De Interacción Híbrido*Arreglo Para La Variable Altura Inicial De La Planta	24
Figura 8. Gráfica De Interacción Híbrido * Arreglo Para La Variable Bulbo Grande.	37
Figura 9. Cantidades de bulbos por híbridos y arreglos topológicos	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo	54
Anexo 2. Marcado del área de ensayo con estacas para realizar la siembra	55
Anexo 3. Aplicación foliar	55
Anexo 4. Medición de altura de la planta.....	56
Anexo 5. Cosecha.....	56
Anexo 6. Híbrido Granex 429	57

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa. L*) CON TRES ARREGLOS TOPOLÓGICOS EN EL EJIDO DE LOS SANTOS.

Vega G. Karem G. 2024. Producción sostenible de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa. L*) con tres arreglos topológicos en El Ejido de Los Santos. Tesis maestría en Ciencias Agrícolas con Énfasis en Producción Agrícola Sostenible. Los Santos. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la Estación Experimental del IDIAP El Ejido, con el objetivo de evaluar la producción sostenible de los híbridos de cebolla Granex 429 y Alvara, con tres arreglos topológicos. Las distancias utilizadas fueron de 10x10 cm, 12x12 cm y 14x14 cm. En campo los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones en arreglo factorial 2x3. El área total del ensayo fue de 191.92 m². Para conocer el efecto de los tratamientos se consideraron las siguientes variables: Altura de la planta, número de hojas, diámetro ecuatorial y longitudinal, grosor de cuello, peso de bulbo, bulbo jumbo, bulbo grande, bulbo mediano, bulbo chico, bulbo comercial, bulbo no comercial y rendimiento. Los datos generados fueron sometidos a un análisis de ANOVA para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Se aplicó una prueba de diferencia mínima significativa de separación de medias mediante DMS (alfa 0.05), el cual arrojó los siguientes resultados: En altura, diámetro ecuatorial, y peso de bulbo se presentaron las medias más altas en Granex 429 con el arreglo topológico 14x14 cm. Para número de hoja, diámetro longitudinal, grosor de cuello, bulbo jumbo y bulbo chico no se encontró diferencia entre híbridos, sin embargo, para el número de bulbo grande y mediano se obtuvo la media más alta con 9.6 y 53.1 respectivamente con Granex 429 aplicando el arreglo topológico 14x14cm. El arreglo topológico de 10x10 cm influyó significativamente en el rendimiento del híbrido Granex 429 113 toneladas por hectárea, mientras que, Alvara mostró un rendimiento de 78.2 toneladas por hectárea. El manejo agronómico se empleó según la tecnología generada por el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Palabras clave: Alvara, cultivar, Granex 429, híbridos, rendimiento.

USTAINABLE PRODUCTION OF TWO HYBRIDS OF ONION (*Allium cepa*. L) WITH THREE TOPOLOGICAL ARRANGEMENTS IN THE EJIDO DE LOS SANTOS.

Vega G. Karem G. 2024. Sustainable production of two onion hybrids (*Allium cepa*. L) with three topological arrangements in El Ejido de Los Santos. Master's thesis in Agricultural Sciences with Emphasis on Sustainable Agricultural Production. The Saints. Panama. Faculty of agricultural sciences.

ABSTRACT

This research was developed at the IDIAP El Ejido Experimental Station, with the objective of evaluating the sustainable production of the Granex 429 and Alvara onion hybrids, with three topological arrangements. The distances used were 10x10 cm, 12x12 cm and 14x14 cm. In the field, the treatments were distributed in a randomized complete block design, with three repetitions in a 2x3 factorial arrangement. The trial total area was 191.92 m². To know the effect of the treatments, the following variables were considered: Plant height, number of leaves, equatorial and longitudinal diameter, neck thickness, bulb weight, jumbo bulb, bulb large, medium bulb, small bulb, commercial bulb, non- commercial bulb and yield. The data generated were subjected to and ANOVA analysis to determine if there is a significant difference between the treatments. A minimum significant difference test for separation of means was applied using DMS (alpha 0.05), Which yielded the following results: In height, equatorial diameter, and bulb weight, the highest means were presented in Granex 429 with the 14x14 topological arrangement cm. For leaf number, longitudinal diameter, neck thickness, jumbo bulb and small bulb, no difference was found between hybrids; however, for the number of large and medium bulbs, the highest average was obtained with 9.6 and 53.1 respectively with Granex 429 applying the topological arrangement 14x14 cm. The topological arrangement of 10x10 cm significantly influenced in the yield of the hybrid Granex 429 113 tons per hectare, while Alvara showed a yield of 78.2 tons per hectare. Agronomics management was used according to the technology generated by the Institute of Agricultural Innovation of Panama (IDIAP).

Keywords: Alvara, cultivar, Granex 429, hybrids, yield

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa L.*), es una hortaliza, cuyo bulbo está formado por la base de hojas, tiene amplio uso culinario, es considerada originaria del suroeste de Asia. Su consumo se remonta a más de 4000 años, para ese entonces se cultivaba en Egipto, China e India. Una inscripción encontrada en las pirámides de Egipto, prueba que los hombres que las construyeron se alimentaron con cebolla (Bello *et al.*, 2016).

Según el Ministerio de Desarrollo Agropecuario MIDA (2023), en su informe cierre agrícola año agrícola 2022-2023, reportan que, en Panamá, la producción de cebolla para el ciclo 2022-2023, alcanzó 25, 374 toneladas, la provincia de Chiriquí en Tierras Altas, es la mayor productora de este rubro en el país con 17, 491 toneladas, mientras que, en tierras bajas, provincias centrales como Coclé y Los Santos, su producción es de 3,985 y 2,227, respectivamente, en éstas zonas, el trasplante se hace entre los meses de noviembre, diciembre y parte de enero.

MIDA (2023); además, reporta que la producción de cebolla en nuestro país en los últimos años ha tenido un significativo incremento, en áreas como la provincia de Coclé, la cual se ha posicionado como la segunda provincia productora de cebolla (*Allium cepa L.*) aportando un 16 % a la producción nacional, debido a que, los productores han implementado nueva tecnología como el riego por goteo, a fin de incrementar la superficie de siembra y producción, lo que les ha permitido obtener mejores resultados.

En cuanto al uso de semillas en la horticultura, los híbridos han alcanzado una magnitud importante en algunas especies, es el caso de crucíferas, cucurbitáceas, cebolla, tomate y pimiento. El éxito de un híbrido depende principalmente de la ventaja que aporte al productor durante el manejo del cultivo y de las características distintivas que presenta al momento de la comercialización (Gaviola, 2020).

En este sentido, Baudoin (2008) menciona que, la cebolla por ser una especie alógama ha permitido la explotación de la heterosis y hoy son cada vez más utilizados los híbridos, con los que se pueden obtener rendimientos elevados y mayor uniformidad.

Por consiguiente, la distancia de plantación o densidad de plantas en cebolla tiene una alta incidencia en la determinación del calibre del bulbo a cosechar y el rendimiento por área.

Por lo anteriormente descrito, el objetivo de esta investigación es la de evaluar la producción sostenible de dos cultivares de cebolla (*Allium cepa L.*) con tres arreglos topológicos en El Ejido de Los Santos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar la producción sostenible de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa L.*) con tres arreglos topológicos en El Ejido de Los Santos.

1.1.2. Objetivos específicos

- ❖ Identificar la distancia óptima entre planta e hilera para cada híbrido de cebolla (*Allium cepa L.*) evaluada.
- ❖ Cuantificar el número de hojas por cada híbrido de cebolla en estudio.
- ❖ Estimar altura de la planta, diámetro ecuatorial, diámetro longitudinal, grosor del cuello y peso de bulbo por cada híbrido de cebolla.
- ❖ Determinar el rendimiento para cada híbrido de cebolla evaluado.

1.2. HIPÓTESIS

Ha: Existe diferencia significativa en el rendimiento de los híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) evaluados.

Ho: No Existe diferencia significativa en el rendimiento de los híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) evaluados.

Ha: Existe diferencia significativa en el rendimiento de los híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) con el uso de diferentes arreglos topológicos.

Ho: No existe diferencia significativa en el rendimiento de los híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) con el uso de diferentes arreglos topológicos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen de la cebolla

La cebolla es una especie originaria del Asia Central, en la región comprendida entre Afganistán, India e Irán (Enciso *et al.*, 2019).

2.2. Clasificación Taxonómica

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de la Cebolla

Reino:	Plantae
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Liliales
Familia:	Liliaceae
Género:	<i>Allium</i>
Especie:	Cepa

Fuente: (Veget *et al.*, 2016).

2.3. Descripción de la cebolla

La cebolla es una planta monocotiledónea herbácea que usualmente se cultiva como planta anual, excepto para producir semilla (Fornanis, 2012). Se maneja con labranza convencional; es decir, se utiliza semi-roma, rastra liviana, preparación de camas (manual y mecanizada), surcado-encamado. Este cultivo se desarrolla mejor en suelos Franco- arcillosos, Franco- arenosos y arcillosos (MIDA, 2019).

2.4. Características botánicas y morfológicas

2.4.1. Raíz

El sistema de las raíces es sencillo, en forma de cola, que tiene su origen partiendo de la zona inferior central del bulbo. El largo de las raíces puede variar dependiendo de condiciones del

cultivo, aunque no sobre pasa los 6 a 10 centímetros (cm) de longitud. En cuanto a su sistema radicular comprende una raíz primaria cuando empieza la germinación de la semilla, luego van emergiendo a partir de la base de la planta, muchas raíces secundarias, de tipo adventicias, carnosas, de color blanquecino; normalmente cada raíz adventicia emite pocas raíces secundarias, las cuales raramente se ramifican. Las raíces están por lo normal centrados en un radio aproximado de 15 cm, las cuales pueden alcanzar profundidades de hasta 45 cm en el suelo, claro esto dependerá del tipo de suelo y variedad cultivada (Donoso, 2015).

2.4.2. Bulbo

En cuanto al bulbo es de tipo simple, de forma ovalada, o achatada, con diámetro variable entre a hasta 10 cm, dependiendo la variedad. En el bulbo se acumulan las sustancias alimenticias, mientras en el interior se encuentra constituido por capas que se disponen helicoidalmente, con una estructura bien definida. El bulbo de la cebolla es como un tallo subterráneo modificado por la gran cantidad de sustancias de reserva que contienen y tienen la función de ser un órgano permanente, ya que es capaz de dar vida a una nueva planta, tanto si permanece enterrado en el suelo, como si se arranca y después de ser conservado durante algún tiempo se vuelve a plantar (Valencia & Zetina, 2017).

2.4.3. Tallo

La planta de cebolla produce un tallo floral hueco con cuyo terminal se forma la inflorescencia donde se produce las semillas que permiten la posterior reproducción. El tallo en ocasiones puede ser subterráneo, el cual está constituido por diversas capas celulares, formando las hojas y dando origen a las raíces de la planta, que son de tipo adventicias, por lo que les facilita la absorción de nutrientes. Este tallo se encuentra dividido por dos partes la primera es subterránea,

correspondiente a un bulbo, y la segunda parte es una ramificación eréctil, representada por el tallo verdadero (López *et al.*, 2017).

2.4.4. Hojas

La planta de cebolla está constituida por hojas de forma cilíndrica, huecas y mostrando fibras longitudinales; las cuales son protuberante al termino en la parte inferior formando un bulbo que producto de la acumulación de nutrientes, pudiendo tener de 4 a 7 hojas con longitudes entre los 40 a 65 cm de largo. En la planta las hojas son de tipo escamas, con consistencia carnosas que se sobreponen unas a otras, presentan un aspecto similar a unos dientes, de tamaño gruesa. En tanto las hojas externas del bulbo de las cebollas son finas y membranosas y en su madurez tienen consistencia cartilaginosa (Poma, 2013).

2.5. Etapas fenológicas

Tabla 2

Fases Fenológicas de la cebolla (Allium cepa L.)

Etapas de Crecimiento	Días después de la siembra
Semilla	0
Radícula	10-15
Curvatura	15-30
Estado de bandera	30-40
1-2 hojas verdaderas	40-50
3-4 hojas verdaderas	50-70
Formación de bulbo	70-90
Iniciación de maduración	130-160
Madurez completa	150-180

Fuente: (Voss, 1979).

2.6. Híbridos de cebolla

2.6.1. Híbrido Granex 429

Cebolla híbrida, vigorosa y compacta, de buena resistencia a enfermedades foliares, especialmente indicada para usarse como cebolla dulce de exportación. Posee alta resistencia a Fusarium y una adecuada tolerancia a Raíz Rosada (*Pyrenochaeta terrestris*). Sus bulbos de buen tamaño y una alta productividad, son redondos, presentando escamas externas de color amarillo. Su curado se realiza fácilmente después de la cosecha (Ayala, 2020).

Tabla 3

Características del Híbrido Granex 429

Ciclo del cultivo	130 días
Forma	Globosa, achatada, cuello grueso
Catáfilo	Amarillo claro, de carne blanca, diámetro de 5 a 10 cm
Elevación	Desde el nivel del mar hasta 2 000 m sobre el nivel del mar(msnm)
Ph	5.5 a 7.0
Época de siembra	Todo el año (época seca- riego)

Fuente: (MIDA, 2022).

2.6.2. Híbrido Alvara

Cebolla híbrida de follaje muy vigoroso, de buena resistencia a enfermedades del follaje. Tiene un sistema radicular fuerte y tolerancia a Raíz Rosada (*Pyrenochaeta terrestris*).

(CIMS, 2010). Excelente sanidad y con buena estructura de almacenaje produce muy bien en condiciones de lluvia. Produce bulbos grandes redondos muy firmes de excelente piel dorada, muy uniformes en crecimiento, madurez y cosecha. Ideal para mercado fresco y secado.

Tabla 4*Características del Híbrido Alvara*

Ciclo del cultivo	95 a 110 días
Forma	Redonda
Catáfilo	Amarillo
Elevación	Desde 1 400 hasta 2 500 msnm
Ph	5.5 a 6.2
Época de siembra	Época lluviosa

Fuente: (MIDA, 2022).

2.7. Arreglos Topológicos

En la agricultura, los arreglos topológicos se refieren a la distribución de las plantas en un área determinada, especialmente considerando los anchos de surcos y las distancias entre plantas. También se dice que el arreglo topológico es la forma o el orden en la que se posicionan las plantas en una superficie de terreno (Zanabria, 2015)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica

El ensayo se realizó en la Estación Experimental del IDIAP El Ejido, ubicada entre los $7^{\circ}54'37''$ latitud Norte y $80^{\circ} 22'6''$ latitud Oeste, a 26 msnm, en un bosque seco tropical, temperatura anual promedio de 27° C, precipitación anual promedio de 1112 mm y suelo del orden alfisol C.

Figura 1

Localización del ensayo en El Ejido de Los Santos



3.2. Muestreo y análisis de suelo

Se realizó un muestreo de suelos antes de la siembra a una profundidad de 30 cm (capa arable), tomando sub-muestras, las cuales se mezclaron para sacar una muestra homogénea y así determinar sus características fisicoquímicas. (Anexo 1).

Los resultados de estos análisis interpretados en el laboratorio de suelos de la Universidad de Panamá, en cuanto a contenido de nutrientes y niveles críticos mostraron ser altos en Fósforo (P) y Potasio (K); niveles medios de Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Aluminio (Al) y niveles bajos en Calcio (Ca), Cobre (Cu), Zinc (Zn). En cuanto a sus características físico-químicas presenta una textura arcillosa, con una coloración pardo fuerte, pH muy ácido, una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) baja, una elevada saturación de bases y un nivel de materia orgánica bajo

3.3. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloque completo al azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3, donde el factor A fueron dos genotipos de cebolla (Granex 429 y Alvara) y el factor B tres arreglos topológicos (10x10, 12x12, 14x14), dando un total de 6 tratamientos factoriales que, al estar repetidos tres veces, dieron como resultado 18 unidades experimentales. El área total del ensayo, incluyendo los espacios adyacentes, fue de 191.92 m² (11.4 m x 16.8 m), el distanciamiento entre bloques fue de 0.60 m, entre tratamientos fue de 0.30 m y la altura de la cama fue de 0.20 m dentro de esta superficie se ubicaron las tres repeticiones y en cada uno de ellos los seis tratamientos distribuidos al azar.

Cada unidad experimental consistió en un área de 8 m² (1.60 m de ancho y 5 m de largo), al contar con 18 unidades experimentales el área utilizada en la siembra del ensayo fue de 144 m².

En estas unidades experimentales se aleatorizaron los tratamientos en estudio, en donde se utilizaron 5 hileras para los arreglos topológicos 10x10 y 12x12; mientras que, en el arreglo topológico 14x14, se ubicaron 4 hileras. Este estudio se realizó a campo abierto y se utilizó sistema de riego por goteo. El área de muestreo fue de 1,6 m².

Modelo matemático:

$$y_{ijk}: \mu + \beta_i + A_j + B_k + AB_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

y_{ijk} : valor del carácter estudiado

μ : media general del experimento

β_i : efecto de la repetición en bloque

A_j : efecto del genotipo de cebolla

B_k : efecto de la densidad

AB_{jk} : efecto de la interacción genotipo x densidad

ϵ_{ijk} : error experimental.

Tabla 5

Componentes General de la ANOVA

FV	GL
Repetición	$r-1=2$
Tratamientos	$t-1=5$
HÍBRIDO	$a-1=1$
ARREGLO	$b-1=2$
HIBRIDO X ARREGLO	$(a-1)(b-1)=2$
Error	$(r-1)(t-1) = 10$
Total	$(r t) - 1 = 17$

**FV: Fuente de variación*

**GL: Grados de libertad*

Fuente: La Autora

Tabla 6*Descripción de los tratamientos*

Tratamiento	Híbrido	Arreglo topológico	Densidad (Plantas/Ha)
1	GRANEX 429	10x10	1 000 000
2	GRANEX 429	12x12	694 444
3	GRANEX 429	14x14	510 204
4	ALVARA	10x10	1 000 000
5	ALVARA	12x12	694 444
6	ALVARA	14x14	510 204

Fuente: La Autora

3.4. Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SAS, realizándose la prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene), para ver si los datos cumplen con estos supuestos, de no ser así se procede a realizar transformación de datos. Luego comprobado los supuestos, se realizó un análisis de varianza y al existir diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación de medias a través de Diferencia Mínima Significativa (DMS), con un alfa de 0.05.

3.5. Arreglo en campo y manejo Agronómico

El manejo agronómico del cultivo se llevó a cabo, aplicando la tecnología generada por el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), el cual consiste en un sistema de preparación bajo condiciones normales del suelo, buscando romper e incorporar las malezas al mismo a una profundidad aproximadamente de hasta 0.40 m, 30 días antes de la siembra; realizando arado al suelo, levantando las camas y conformándolas con el rastrillo.

Además, se establecieron los tres arreglos topológicos (10x10, 12x12 y 14x14) y se evaluaron estos sistemas para la producción de los híbridos de cebolla Granex 429 y Alvará.

3.5.1. Prácticas realizadas en campo

3.5.1.1. Preparación del terreno

Se realizó un pase de arado con el objetivo de eliminar malas hierbas y restos del cultivo anterior antes de establecer la siembra, luego se procedió con dos pases de rastra para desterronar, refinar y mulir la tierra ya arada, como siguiente paso se encamó para colocar las mangueras de riego.

Figura 2

Terreno preparado para establecer el ensayo



3.5.1.2. Riego

Se utilizó riego por goteo, las cintas de riego se distribuyeron en la parcela tomando en cuenta los arreglos topológicos evaluados, los goteros se encontraban a una distancia de 20 cm entre cada gotero. El riego se aplicó de dos a tres veces al día, según las necesidades de la planta.

Por lo anterior, se realizó una determinación química de Ph y dureza de agua, con un adherente, dando como resultado un Ph de 5 para aplicaciones de fungicida e insecticida.

3.5.1.3. Semillero y trasplante

Los semilleros se establecieron en suelo dentro de una casa de cultivo techada, a una densidad de 5g por m², manteniéndose ahí hasta estar listo para llevar a campo. A los 42 días después de siembra (dds) se transplantaron. Previamente se había hoyado las camas donde se colocarían los plántones para su desarrollo.

3.5.1.4. Fertilización

En el ensayo se fertilizó, tomando como base el plan nutricional elaborado por el Instituto de Innovación Agropecuaria (IDIAP) para cebolla.

Tabla 7

Plan de fertilización utilizado en el ensayo Producción Sostenible de dos híbridos de cebolla (allium cepa. l) con tres arreglos topológicos en El Ejido de Los Santos

Etapa	Días después de trasplante (ddt)	Fertilizante por cada riego en 1 hectárea	Libras en 1 hectárea
Prendimiento	1	11.8 lb de Sulfato de Magnesio	11.8
		5.4 lb de Nitrato de Amonio	5.4
Engrosamiento de la planta	3	6.0 lb de Cloruro de Potasio	6
		8.8 lb de Nitrato de Calcio	8.8
	5	1.3 lb De Fosfato Monoamónico	1.3
	13	11.8 lb de Sulfato de Magnesio	11.8
		5.4 lb de Nitrato de Amonio	5.4
	15	6.0 lb de Cloruro de Potasio	6
Inicio de bulbo	17	8.8 lb de Nitrato de Calcio	8.8
		1.3 lb de Fosfato Monoamónico	1.3
	23	11.8 lb de Sulfato de Magnesio	11.8
		5.4 lb de Nitrato de Amonio	5.4
25	6.0 lb de Cloruro de Potasio	6	
Engorde de bulbo	27	8.8 lb de Nitrato de Calcio	8.8
		1.3 lb de Fosfato Monoamónico	1.3
	39	5 lb de Sulfato de Magnesio	11.8
		10 lb de Nitrato de Potasio	6
	41	5 lb de Nitrato de Calcio	8.8
1.3 lb de Fosfato Monoamónico		1.3	

Fuente: IDIAP (2022)

3.5.1.5. Manejo de Plagas y Enfermedades

Para el manejo fitosanitario en general, incluyendo hongos, bacterias, insectos y malezas se realizó monitoreos directos en la parcela para detectar la presencia de alguna plaga y aplicar su respectivo control.

Al trasplante se aplicó oxamilo a dosis de 3 litros por hectárea (l/ha) más sulfato de cobre Pentahidratado a 1.5 L/ha para controlar en el orden respectivo insectos de suelo, complejo de hongos de mal del talluelo y bacterias. Además, en la etapa vegetativa se aplicaron insecticidas específicos para controlar *thrips* y de acuerdo a las variaciones climáticas que se dieron durante el día y la noche se usó clorotalonilo para prevenir y controlar alternaria.

Se hizo un control de malezas con la preparación de suelo eliminando la primera generación en emergencia, y se hizo un control manual posterior a la siembra sostenida semanalmente.

3.5.1.6. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual a los 130 días desde la siembra, cuando la planta alcanzó su madurez fisiológica, agrupando cada parcela efectiva, posteriormente colocando los bulbos en canasta y procediendo al pesado de cada tratamiento. Se tomaron los pesos de cada bulbo en gramos con una pesa digital, luego con un pie de rey digital se midió el diámetro en milímetro (mm).

Figura 3

Cosecha



3.6. Variables de estudio

3.6.1. Altura de la planta en centímetros (cm)

Se seleccionaron 10 plantas de cada sub-parcela elegidas al azar y se marcaron con cinta de color rosada para identificarlas, las mediciones se realizaron con una cinta métrica (cm) desde la base de la planta hasta el extremo superior de la hoja más larga, por cada cultivar y arreglo topológico. La primera evaluación se realizó a los 18 DDT y posteriormente cada semana hasta culminar el ciclo del cultivo.

Figura 4.

Toma de datos de altura de la planta

**3.6.2. Número de hojas**

En las 10 plantas marcadas para medir altura de cada sub-parcela se contabilizó la totalidad de las hojas por cultivar y arreglo topológico.

Figura 5

Conteo de número de hojas de la planta.



3.6.3. Diámetro Ecuatorial (mm)

Se realizó la medición de cada bulbo con el pie de rey digital, determinando las medidas en milímetros (mm).

3.6.4. Diámetro Longitudinal en milímetros (mm)

La medición de cada bulbo se realizó con el pie de rey digital, determinando sus medidas en (mm).

Figura 6.

Medición de diámetro longitudinal con el pie de rey



3.6.5. Grosor de cuello en milímetros (mm)

Con el pie de rey digital se midió el grosor de cuello de cada bulbo en mm.

3.6.6. Peso de bulbo en gramos (g)

Ya cosechados y clasificados los bulbos se procedió a determinar su peso utilizando una pesa digital en gramos (g).

3.6.7. Descripción de tamaños de cebolla

Tabla 8

Clasificación de Cebolla según su Diámetro Ecuatorial

Tipo o tamaño del bulbo	Diámetro ecuatorial (mm)
Jumbo	Mayor de 90
Grandes	81-90
Medianos	61-80
Chicos	45-60
Bulbo Comercial	61-80
Bulbo No Comercial	Menores de 45

Fuente: MICI (2006)

3.6.8. Bulbo jumbo

Se determinó la cantidad de bulbos jumbos para cada híbrido y arreglo topológico evaluado.

3.6.9. Bulbo grande

Se cuantificó el número de bulbos grandes en cada híbrido y arreglo topológico.

3.6.10. Bulbo mediano

Se clasificaron los bulbos medianos para cada híbrido y arreglo topológico.

3.6.11. Bulbo comercial

Al cosechar, pesar y medir los bulbos, se clasificaron según su tamaño y se determinó si es un bulbo comercial o no comercial basándose en la tabla de clasificación de tamaños del MICI.

3.6.12. Bulbo no comercial

Se clasificó como bulbo no comercial a aquellos que no cumplieron con los estándares de tamaño según el MICI.

3.6.13. Rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)

Después de haber realizado la labor de la cosecha y tapeo de cada sub-parcela, se colocaron los bulbos cosechados dentro de una canasta, identificada con sus datos correspondientes, para luego ser pesados y así determinar los rendimientos por cada híbrido y arreglo evaluado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Atura de la planta

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable (Tabla 9), muestran que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para los factores híbridos y arreglos topológicos. Se obtuvo, también, un resultado significativo en la interacción híbrido por arreglo.

Tabla 9

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable altura de la planta en el ensayo producción sostenible de dos híbridos de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	36.61	18.30	6.75	0.01*
HÍBRIDO	1	385.49	85.49	142.04	<0.01**
ARREGLO	2	331.68	65.84	61.11	<0.01**
HIBRIDO*ARREGLO	2	30.43	15.217	5.61	0.02*
ERROR	10	27.13	2.71		
TOTAL	17	11.36			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencia*

Mediante la prueba de separación de medias DMS se determinó que el híbrido Alvará, estadísticamente, presentó la menor altura inicial 55 cm en comparación con el híbrido Granex 429, con el cual se registró la mayor altura inicial 65 cm (Ver Tabla 10).Esto indica que, las plantas con arreglo topológico de 14x14 alcanzaron mayor altura que las de arreglos 10x10 y 12x12; ya que éstas tienen menor competencia por agua y nutrientes, lo que favorece a la planta tener un crecimiento adecuado; además, al tener más espacio y área foliar permite que los bulbos se desarrollen de mejor manera y sean de mayor tamaño.

Tabla 10

*Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables altura inicial de la planta
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes*

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	64	6	A
ALVARA	55	6	B
10x10	56	6	C
12x12	58	6	B
14x14	66	6	A

(Castro, 2008), encontró resultados similares al de esta investigación al evaluar 9 híbridos de cebolla, donde obtuvieron la mayor altura con 68.84 cm y la menor altura con 54.59 cm, mientras que (Chimborazo D. , 2015) obtuvo una altura promedio de 64.23 cm al evaluar la altura de la planta sin poda, sin embargo las diferencias de altura que se presentaron al inicio del cultivo se redujeron notoriamente conforme transcurrió el tiempo y se fueron realizando las podas a los 15, 25, 35 días, ya que esta redujo la altura y el número de hojas durante el periodo de crecimiento, debido posiblemente a la reducción del área fotosintética causada por la misma.

Cabe destacar que, aunque en la presente investigación no se llevó a cabo la realización de poda de las plantas de cebolla, es de gran importancia la información encontrada por (Chimborazo D. , 2015), ya que se confirmó que la poda es un factor importante que considerar al influir significativamente sobre la altura de la planta.

Se observan los datos obtenidos para los dos híbridos evaluados al aplicar los tres arreglos topológicos en ambos. Para Granex 429 con el arreglo topológico 10x10 la altura fue de 59 cm, para Granex 429 con el arreglo 12x12, la altura fue de 63 cm y para Granex 429 con el arreglo topológico 14x14 la altura obtenida fue de 72 cm. Por otro lado, para el híbrido Alvará se obtuvieron datos inferiores a los obtenidos con Granex 429; para Alvará con arreglo topológico 10x10 la altura fue de 53 cm, para Alvará con arreglo topológico 12x12 la altura fue de 54 cm y para Alvará con arreglo topológico 14x14 la altura fue de 60 cm.

Esto nos dice que, aunque se hayan aplicado los tres arreglos topológicos a ambos híbridos evaluados en esta investigación, Granex 429, estadísticamente, sigue siendo superior al híbrido Alvara en la variable altura de la planta.

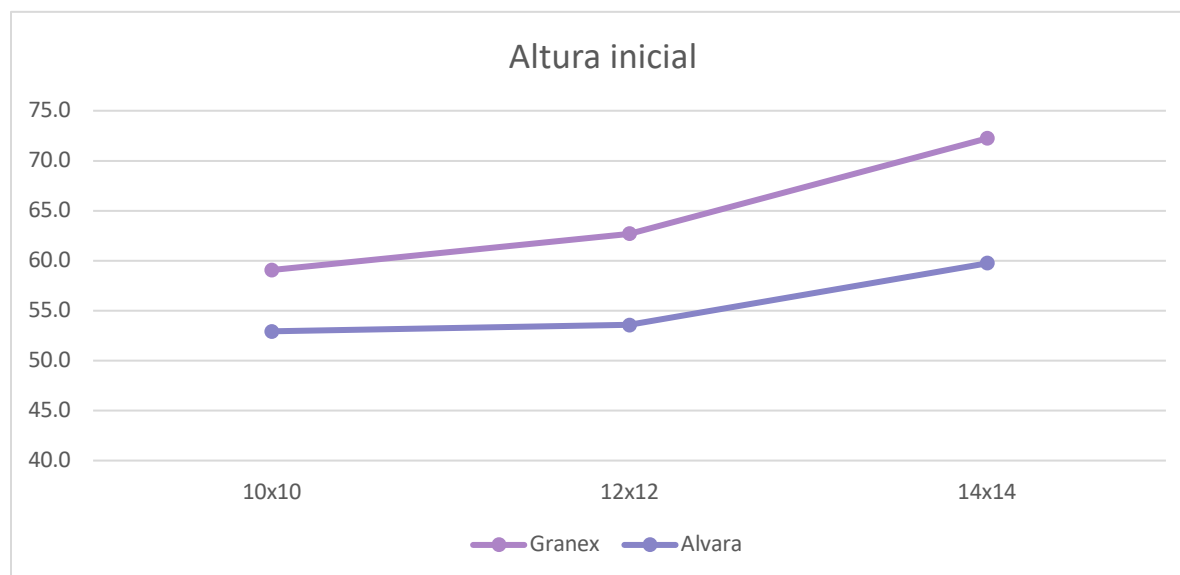
De igual manera con el arreglo topológico que se obtiene mayor altura es con el 14x14, esto por lo explicado anteriormente en cuanto al espaciamiento entre plantas el cual con este arreglo es mayor.

(Ayala, 2020), en su evaluación de cinco variedades y dos híbridos aplicando un arreglo 20x12, encontró resultados diferentes a los de esta investigación, donde el híbrido Granex 429 con este arreglo mostró una altura de 50.86 cm, siendo inferior a las arrojadas en este estudio (59 cm, 63 cm y 72 cm, respectivamente).

En la figura 6 se presenta la interacción híbrido*arreglo, donde se muestra la distribución de altura inicial de la planta, se observa que, a medida que el arreglo topológico es más grande, mayor es la altura.

Figura 7

*Gráfica De Interacción Híbrido*Arreglo para la variable altura inicial de la planta*



4.1.2. Número de hojas

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de hojas (Tabla 11) indican que, no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) para los factores híbridos y para la interacción híbrido * arreglo. Sin embargo, si hubo diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) en los arreglos topológicos evaluados.

Tabla 11

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable número de hojas de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	2.77	1.38	0.78	0.4859 NS
HÍBRIDO	1	4.5	4.5	2.52	0.1438 NS
ARREGLO	2	29.77	14.88	8.32	0.0074 **
HIBRIDO*ARREGLO	2	1.33	0.66	0.37	0.6981 NS
ERROR	10	17.88	1.78		
TOTAL	17	56.27			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

Para los arreglos topológicos el ANOVA si mostró diferencia altamente significativa (Ver Tabla 11). Lo que indica que, al aplicar arreglos topológicos de 10x10 y 12x12 no se obtuvieron efectos distintos en el número de hojas (4 hojas), pero con el arreglo 14x14 si se obtuvo un mayor número de hojas en los híbridos evaluados (7 hojas), es decir que, a mayor espacio entre planta, se puede obtener mayor follaje.

Los resultados encontrados en este trabajo se asemejan a los reportados por (Cecílio-Filho., 2010), quienes obtuvieron 6 y 7 hojas en su investigación.

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).

Una hoja nueva es producida aproximadamente cada 7 a 10 días a partir de la primera hoja verdadera. Este proceso puede ser influenciado por factores como la variedad, la época de siembra, el largo del día y la temperatura (Fornanis, 2012).

La prueba DMS para la variable número de hojas de la planta, mostró que, para los híbridos Granex 429 y Alvará; las medias son de 6 y 5 respectivamente, destacándose en esta variable Granex 429, en tanto que, para los arreglos topológicos evaluados las medias fueron de 4 hojas para 10x10 y 12x12 y 7 hojas para el arreglo 14x14, siendo este último superior. (Ver Tabla 12).

Tabla 12

Comparación de medias mediante la prueba DMS para las variables número de hojas

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	6	6	A
ALVARA	5	6	A
10x10	4	6	B
12x12	4	6	B
14x14	7	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.3. Diámetro Ecuatorial

Para los factores híbrido y arreglo, el análisis de varianza ANOVA reveló una alta significancia ($P < 0,01$) entre los tratamientos evaluados. En la interacción híbrido * arreglo, el ANOVA mostró que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) (Tabla 13).

Tabla 13

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable diámetro ecuatorial de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	28	14	2.41	0.1395 NS
HÍBRIDO	1	312.5	312.5	53.88	<.0001**
ARREGLO	2	349	174.5	30.09	<.0001**
HIBRIDO*ARREGLO	2	31	15.5	2.67	0.1175 NS
ERROR	10	58	5.8		
TOTAL	17	778.5			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

En la Tabla 14 se observan los datos obtenidos de la prueba DMS realizada a la variable diámetro ecuatorial, la cual demostró que el híbrido Granex 429, fue superior al híbrido Alvará, reflejando medias de 64 cm y 56 cm, respectivamente. Cabe mencionar que, estos híbridos recibieron los mismos tratamientos en cuanto a nutrición y manejo de riego, Sin embargo, se puede observar que, el híbrido Granex 429 marcó una diferencia importante en cuanto al tamaño del bulbo con respecto al híbrido Alvará, esto nos dice que, este híbrido por su genética se adapta muy bien en esta zona donde se llevó a cabo el proyecto de investigación. De igual manera, para los arreglos topológicos esta prueba reveló que, aplicando el arreglo 14x14 se dió un aumento en el diámetro ecuatorial con 66 mm, el de 12x12 fue de 58 mm y el de 10x10 fue de 56 mm, esto refleja que, con el arreglo 14x14 las plantas tienen mayor espacio para desarrollar sus bulbos y así aumentar su diámetro ecuatorial.

Con esta variable evaluada, el híbrido que se destacó fue Granex 429 (66 mm), y el arreglo topológico 14x14, arrojando datos en el diámetro ecuatorial que lo clasifican como un bulbo comercial y de tamaño mediano, el cual es muy requerido en los mercados. Según datos del (MICI, 2006), los bulbos comerciales y de tamaño mediano son de 61 a 80 mm.

Los resultados obtenidos por (Peña Baracaldo, 2010), indican que; para obtener bulbos grandes, las distancias de siembra deben ser de 14, ya que con ésta se presentaron los mayores pesos promedios y un diámetro comercialmente aceptado.

El propósito de evaluar esta variable, al igual que el diámetro longitudinal, fue la de conocer que tanto puede aumentar o disminuir el diámetro de bulbo en los dos híbridos evaluados; al aplicar los tres arreglos topológicos para así determinar cuál de estos arreglos es el indicado para obtener los tamaños de bulbos deseados y los que sean mayormente comerciales según exigencias de mercados.

Tabla 14

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable diámetro ecuatorial de la planta

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	64	6	A
ALVARA	56	6	B
10x10	56	6	B
12x12	58	6	B
14x14	66	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.4. Diámetro Longitudinal

Los resultados del análisis de varianza ANOVA para esta variable (Tabla 15), mostraron que no hubo diferencia significativa para el factor híbrido. Para el factor arreglo, el análisis mostró que hubo diferencia significativa entre los mismos ($P < 0,05$), mientras que para la interacción híbrido*arreglo, estadísticamente, no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$).

El coeficiente de variación fue de 7.01 %, mostrando que los datos obtenidos son confiables y se dió un buen manejo de los datos.

Tabla 15

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable diámetro longitudinal de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	395.11	197.55	8.36	0.0073**
HIBRIDO	1	53.38	53.38	2.26	0.1637 NS
ARREGLO	2	481.44	240.72	10.19	0.0039**
HIBRIDO*ARREGLO	2	5.44	2.72	0.12	0.8923 NS
ERROR	10	236.22	23.62		
TOTAL	17	117.71			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

En la Tabla 16, se presenta la prueba DMS realizada a la variable diámetro longitudinal, dado que ésta es una prueba que sirve como juez para determinar cuál es mayor, se demostró que, aplicando el arreglo 14x14, el diámetro longitudinal fue mayor en ambos híbridos con una media de 77mm, con el arreglo 12x12 fue de 67mm y para el arreglo 10x10 se obtuvo una media de 65mm para esta variable.

Con estas medias se puede observar que, con este arreglo (14x14), los bulbos lograron alcanzar un tamaño más alto, debido al mayor espacio que tenían para desarrollarse; la planta no tenía dificultad para competir por agua, luz y absorber sus nutrientes en las cantidades adecuadas a diferencia de los arreglos 10x10 y 12x12, en los cuales el espacio es más reducido y con mayor cantidad de plantas, por ende demanda mayor esfuerzo para competir por estos elementos indispensables para desarrollar sus bulbos. Sin embargo, tomando como referencia los datos del (MICI, 2006), para definir la categoría de bulbos (comerciales, no comerciales) y los tamaños de cebolla, los datos encontrados en esta investigación revelaron que, con los tres arreglos topológicos aplicados (10x10, 12x12 y 14x14) se obtienen bulbos comerciales de tamaño mediano (65mm, 67mm y 77mm, respectivamente), ya que estos se encuentran dentro del rango que utilizan para clasificar los bulbos de cebolla, el cual va de 61-80 mm.

Tabla 16

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable diámetro longitudinal de la planta

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	71	6	A
ALVARA	68	6	A
10x10	65	6	B
12x12	67	6	B
14x14	77	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.5. Grosor de cuello

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable (Tabla 17) muestran que, no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) para el factor híbrido. Sin embargo, para el factor arreglo, el análisis de varianza reveló que si hay diferencia significativa ($P < 0,05$).

En la interacción híbrido * arreglo no se reflejó un resultado significativo para los tratamientos evaluados.

Tabla 17

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable grosor de cuello de bulbo en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	14.77	7.38	3.59	0.0666 NS
HÍBRIDO	1	1.38	1.38	0.68	0.4302 NS
ARREGLO	2	24.11	12.05	5.86	0.0206*
HIBRIDO*ARREGLO	2	0.77	0.38	0.19	0.8305 NS
ERROR	10	20.55	2.05		
TOTAL	17	61.61			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

En la Tabla 18, se muestra la prueba DMS realizada a la variable grosor de cuello, con la cual se corroboró que los datos obtenidos de la media para los híbridos Granex 429 y Alvara no son significativamente diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). Sin embargo, se puede decir que, aplicando arreglos topológicos de 10x10, 12x12 y 14x14, si se obtienen efectos distintos en el grosor de cuello, ya que con el arreglo 14x14 se alcanzó un grosor de 12 cm, pero con el de 10x10 y 12x 12 el grosor de cuello fue de 10 cm, siendo el arreglo 14x14 más significativo para obtener mayor grosor de cuello en los híbridos evaluados.

Por lo mostrado anteriormente, esto se atribuye a lo observado en la fase de campo de esta investigación, que los bulbos al tener un mayor espacio, alcanzaron mayor tamaño. Contrario ocurre con los arreglos 10x10 y 12x12 que, a mayor población, menor tamaño de los bulbos.

Tabla 18

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable Grosor de cuello

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	11	6	A
ALVARA	10	6	A
10x10	10	6	B
12x12	10	6	B
14x14	12	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.6. Peso de Bulbo

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta variable (Tabla 19) muestran que, hubo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para los factores híbridos y arreglos. En cuanto a la interacción híbrido * arreglo, el análisis de varianza muestra que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$).

El coeficiente de variación fue de 8.67 %, lo que refleja que el experimento ha sido bien manejado mostrando datos confiables.

Tabla 19

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable peso de bulbo de la planta en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	2816.44	1408.22	11.4	0.0026 **
HÍBRIDO	1	6346.88	6346.88	51.37	<.0001**
ARREGLO	2	7994.77	3997.38	32.35	<.0001**
HIBRIDO*ARREGLO	2	698.11	349.055	2.83	0.1065 NS
ERROR	10	1235.55	2.05		
TOTAL	17	19091.77			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

La prueba DMS realizada a la variable peso de bulbo (Tabla 20), indicó que, Granex 429 fue superior al híbrido Alvara en cuanto al peso de bulbo con un peso promedio de 147 g y 109 g respectivamente. Expresándose con mayor potencialidad los caracteres genéticos en el híbrido Granex 429.

En cuanto a los arreglos topológicos, se obtuvieron pesos de bulbo de 111g para el arreglo topológico 10x10, 115g para el de 12x12 y 158 g para el arreglo 14x14, destacándose este último con el mayor peso de bulbo promedio. Algo similar ocurre con los resultados obtenidos por (Viloria, et al. 2003) donde se observa que existe una alta respuesta en el peso del bulbo al aplicar mayor arreglo topológico donde alcanzó el mayor valor.

Tabla 20

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable peso de bulbo

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	147	6	A
ALVARA	109	6	B
10x10	111	6	B
12x12	115	6	B
14x14	158	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.7. Bulbo jumbo

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta varianza (Tabla 21) no mostraron diferencia significativa ($P>0,05$) para los factores híbrido y arreglo.

En cuanto a la interacción híbrido*arreglo tampoco se mostró diferencia significativa para esta variable.

Tabla 21

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo jumbo en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	8.44	4.22	0.97	0.4123 NS
HÍBRIDO	1	16.06	16.05	3.69	0.0838 NS
ARREGLO	2	17.44	8.72	2	0.1856 NS
HÍBRIDO*ARREGLO	2	17.44	8.72	2	0.1856 NS
ERROR	10	43.56	4.36		
TOTAL	17	102.94			

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias

Tabla 22

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo jumbo

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	10	6	A
ALVARA	0	6	A
10x10	0.3	6	A
12x12	0.2	6	A
14x14	0.5	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.8. Bulbo grande

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a esta varianza (Tabla 23) mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) para los factores híbrido y arreglo. En cuanto a la interacción híbrido*arreglo también se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) para esta variable.

Tabla 23

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo grande en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	24.77	12.38	0.83	0.4639 NS
HÍBRIDO	1	280.06	280.06	18.77	0.0015 **
ARREGLO	2	428.44	214.22	14.36	0.0012 **
HÍBRIDO*ARREGLO	2	189.77	94.88	6.36	0.0165 **
ERROR	10	149.22	14.92		
TOTAL	17	1072.27			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias*

Como se mencionó anteriormente, el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa para los factores híbridos, arreglo y en la interacción híbrido*arreglo, lo que indica que los bulbos grandes si fueron diferentes en los híbridos evaluados y en los arreglos topológicos aplicados.

La prueba DMS (Tabla 24) muestra que para la variable bulbo grande la media más representativa se obtuvo con el híbrido Granex 429, con una media de 9 para el híbrido y para Alvará la media fue de 1.

En cuanto a los arreglos topológicos, el que más influyó en la obtención de bulbo grande fue el arreglo 14x14 con una media de 12.5, seguido el de 12x12 con una media de 2.5 y el menor fue de 10x10 con una media de 1.8. Esto se explica que, al tener un arreglo mayor, el desarrollo del bulbo será también mayor por el espacio que tiene para crecer, lo que no ocurre con un arreglo de 10x10, ya que su espacio es más reducido y no le permite desarrollar mayor tamaño de bulbo.

Tabla 24

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo grande

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	9	6	A
ALVARA	1	6	B
10x10	1.8	6	B
12x12	2.5	6	B
14x14	12.5	6	A

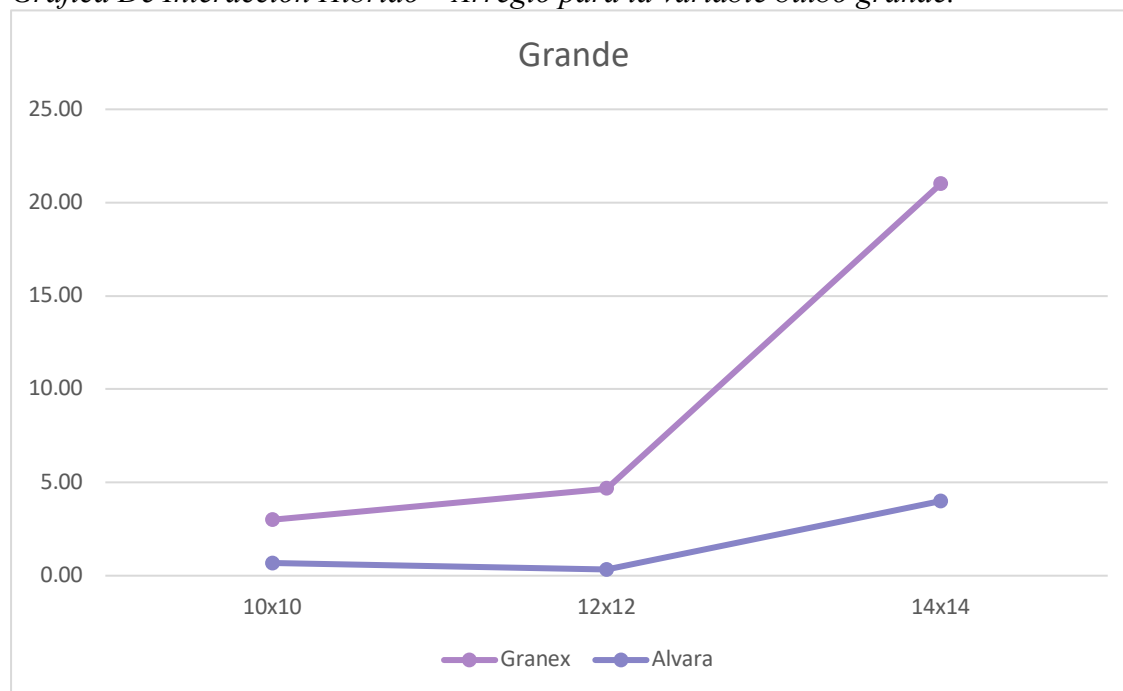
Medias con la misma letra no son significativamente diferente

En la siguiente gráfica se puede observar de mejor manera como se da la interacción híbrida*arreglo en la variable bulbo grande. Cuanto mayor es el arreglo topológico aplicado, aumenta la cantidad de bulbos grandes, esto se debe al espacio que tiene para desarrollarse. En este

caso, el arreglo 14x14, por ser el de más amplio espacio, reflejó la mayor cantidad de bulbos grandes.

Figura 8

*Gráfica De Interacción Híbrido * Arreglo para la variable bulbo grande.*



4.1.9. Bulbo mediano

El análisis de varianza ANOVA aplicado a esta variable, mostró que hubo diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) para los factores híbrido y arreglo (Tabla 25). En la interacción híbrido*arreglo no se encontró diferencia significativa ($P > 0,05$).

Tabla 25

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo mediano en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	217.33	108.67	1.16	0.3537 NS
HÍBRIDO	1	1386.88	1386.88	14.74	0.0033**
ARREGLO	2	1322.33	661.16	7.03	0.0124**
HÍBRIDO*ARREGLO	2	236.77	118.38	1.26	0.3254 NS
ERROR	10	940.67	94.07		
TOTAL	17	41.04			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS No hay diferencias

En la Tabla 26, la prueba DMS muestra las medias para los híbridos evaluados; donde se corrobora que existen diferencias altamente significativas para los mismos, encontrándose medias de 53.1 y 35.6 para los híbridos Granex 429 y Alvara respectivamente.

Esto indica que, el híbrido que más se destacó para obtener bulbos de tamaño mediano fue Granex 429, utilizando un arreglo topológico de 14x14, ya que, la media que arrojó este arreglo fue de 56 a diferencia de los arreglos 10x 10 y 12x12, los cuales mostraron medias de 34 y 42 respectivamente, siendo más significativo el arreglo topológico 14x14.

Tabla 26

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo mediano

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	53	6	A
ALVARA	35	6	B
10x10	34	6	B
12x12	42	6	B
14x14	56	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.10. Bulbo chico

El análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo chico mostró que estadísticamente no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) para los factores híbrido y arreglo ni para la interacción híbrido*arreglo (Tabla 27).

Tabla 27

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo chico en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	212.33	106.17	0.74	0.5025 NS
HÍBRIDO	1	450.00	450	3.13	0.1074 NS
ARREGLO	2	1081.33	540.67	3.76	0.0607 NS
HÍBRIDO*ARREGLO	2	433.33	216.67	1.51	0.2682 NS
ERROR	10	143.9	143.9		
TOTAL	17	3616			

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias

Tabla 28

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo chico

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	27	6	A
ALVARA	37	6	A
10x10	42	6	A
12x12	30	6	A
14x14	24	6	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.11. Bulbo comercial

Los resultados del ANOVA para la variable bulbo comercial arrojaron que, estadísticamente, hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) para el factor híbrido, pero no hubo diferencia significativa para el factor arreglo ni para la interacción híbrido.

Tabla 29

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo comercial en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	597.33	298.67	1.39	0.2926 NS
HÍBRIDO	1	1352	1352	6.31	0.0309 *
ARREGLO	2	1129.33	564.67	2.63	0.1206 NS
HÍBRIDO*ARREGLO	2	485.33	242.67	1.13	0.3605 NS
ERROR	10	2144	298.67		
TOTAL	17	5708			

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias

La Prueba DMS realizada para esta variable (Tabla 30), indicó, que existe diferencia significativa para los híbridos evaluados, arrojando medias de 92 g para Granex 429 y 74 para el híbrido Alvará, indicando de esta forma que el mejor híbrido para obtener bulbo comercial es Granex 429. En cuanto a los arreglos topológicos, la prueba DMS indica que estos no influyen en la obtención de bulbo comercial, ya que no se encontró diferencia significativa.

Tabla 30

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo comercial

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	92	6	A
ALVARA	74	6	B
10x10	79	6	A
12x12	76	6	A
14x14	94	6	A

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.1.12. Bulbo no comercial

El análisis de varianza ANOVA aplicado a esta variable mostró que hubo diferencia altamente significativa estadísticamente ($P < 0,01$) para los factores híbrido y arreglo (Tabla 31).

Tabla 31

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable bulbo no comercial en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	44.33	22.17	1.15	0.3556 NS
HÍBRIDO	1	512	512	26.53	0.0004 **
ARREGLO	2	608.33	304.17	15.76	0.0008 **
HÍBRIDO*ARREGLO	2	8.33	4.17	0.22	0.8095 NS
ERROR	10	193	19.3		
TOTAL	17	1366			

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias

Para la variable bulbo no comercial el ANOVA mostró diferencias altamente significativas en cuanto a híbridos y arreglos.

Para corroborar lo anterior, la prueba DMS realizada para esta variable (Tabla 32), indicó, que la media obtenida para Alvara fué de 19 g y para Granex 429 8 g, siendo el híbrido Alvara el que mayor bulbo no comercial representa.

Para el arreglo topológico 10x10 la media fue de 20.3, para el de 12x12 la media fue de 14.5 y para el de 14x14 esta fue de 6.2, lo que dice que los bulbos no comerciales se dan mayormente utilizando el arreglo 10x10.

Tabla 32

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable bulbo no comercial.

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	8	6	A
ALVARA	19	6	B
10x10	20	6	A
12x12	14	6	B
14x14	6	6	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

4.2.13. Rendimiento

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable rendimiento (Tabla 33), reflejó para el factor híbrido diferencia altamente significativa ($P < 0,01$). En el caso de los arreglos topológicos, se obtuvo también un resultado significativo ($P < 0,05$). En cuanto a la interacción híbrido * arreglo no se mostró diferencia significativa.

Tabla 33

Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable rendimiento en el ensayo producción sostenible de dos cultivares de cebolla.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
REPETICIÓN	2	807.31	403.65	2.67	0.1181 NS
HÍBRIDO	1	4946.80	4946.81	32.67	0.0002 **
ARREGLO	2	1765.61	882.81	5.83	0.021 *
HÍBRIDO*ARREGLO	2	305.65	152.82	1.01	0.3988 NS
ERROR	10	514.39	151.43		
TOTAL	17	9339.78			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS No hay diferencias

La prueba DMS realizada a esta variable (Tabla 34), indica que, Granex 429 fue superior al híbrido Alvará en el rendimiento, presentando medias de 111.3 y 78.2 ton/ha respectivamente.

Esta prueba también mostró que, aplicando arreglos topológicos de 10x10, 12x12 y 14x14, dan efectos distintos en los rendimientos de los híbridos evaluados. En este caso, el mayor rendimiento se obtuvo con el arreglo topológico de 10x10 (108.8 ton/ha), con el arreglo de 12x12, el rendimiento fue de 88.1 ton/Ha y para el de 14x14 fue de 87.4 ton/ha. Algo similar ocurre con Vásquez (2018), al evaluar tres híbridos de cebolla, encontró el mayor rendimiento con 110,4 toneladas por hectárea.

Por otro lado, Lipinski *et al* (2001) al evaluar los efectos de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla con riego por goteo, encontró que el mayor rendimiento fue de 60 toneladas por hectárea, siendo estos inferiores a los encontrados en este estudio.

Anteriormente, en el ciclo 2021-2022 se realizaron evaluaciones de rendimiento y características agronómicas de cebolla en las áreas de El Ejido y Natá, donde los híbridos Alvara

y Granex 429 alcanzaron rendimientos de 63.9 y 63.1 toneladas por hectárea, respectivamente, siendo Alvara superior a Granex 429 en rendimiento. Estos rendimientos fueron inferiores a los encontrados en la presente investigación (Entrevista personal, 2022).

Tabla 34

Comparación de medias mediante la prueba DMS para la variable rendimiento.

Fuente	Media	N	Agrupamiento
GRANEX 429	111.3	6	A
ALVARA	78.2	6	B
10x10	108.8	6	A
12x12	88.1	6	B
14x14	87.4	6	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

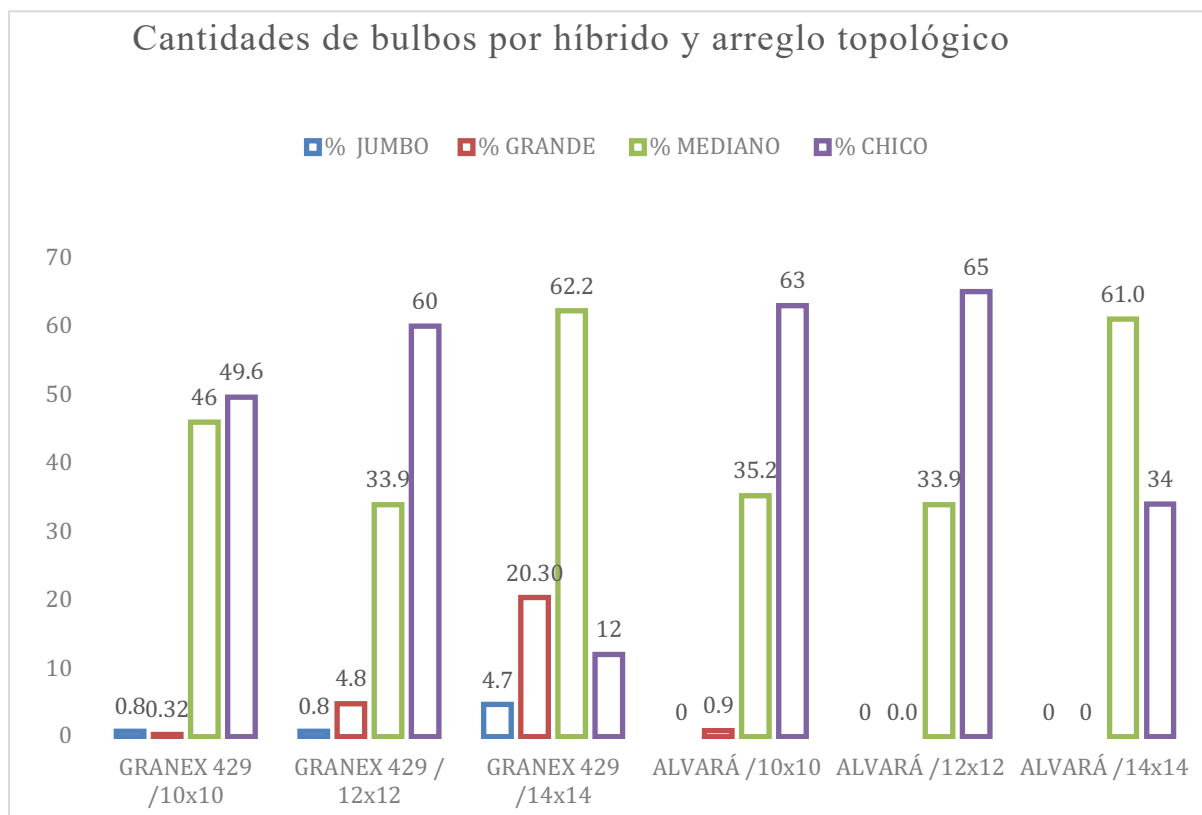
Tabla 35

Número de bulbos por tamaño, híbridos y arreglo topológico

HIBRIDO	ARREGLO	JUMBO	GRANDE	MEDIANO	CHICO
GRANEX 429	10	2	9	115	124
GRANEX 429	12	1	6	42	75
GRANEX 429	14	8	35	107	22
ALVARÁ	10	0	2	75	136
ALVARÁ	12	0	1	56	108
ALVARÁ	14	0	5	72	41

Figura 9

Cantidades de bulbos por híbridos y arreglos topológicos



5. *CONCLUSIONES*

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, bajo las condiciones que se efectuó el estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

- El híbrido Granex 429, aplicando el arreglo topológico 14x14 marcó una superioridad en variables importantes como altura de la planta, número de hojas, diámetro ecuatorial, peso de bulbo, bulbo jumbo, bulbo grande, bulbo mediano, bulbo comercial y rendimiento.
- El arreglo topológico afecta variables importantes al evaluar híbridos de cebolla
- Se obtienen mayor número de bulbos comerciales con el híbrido Granex 429, aplicando arreglo topológico 14x14.
- Al aplicar arreglo topológico 10x10, se obtiene mayor número de bulbos chicos y también bulbos no comerciales con el híbrido Alvara.

6. RECOMENDACIONES

Antes de tomar una decisión en cuanto a arreglos topológicos, se debe conocer el destino de la cosecha

Para obtener bulbo jumbo, grande, mediano y comercial, se recomienda aplicar el arreglo topológico 14x14 cm.

Hacer evaluaciones sobre otros híbridos en cebolla para seleccionar la tecnología más adecuada y así poder ofrecer a los productores paquetes tecnológicos que sean rentables y sostenibles en el tiempo y darle mayores perspectivas al agricultor.

Desarrollar más evaluaciones sobre arreglos topológicos en cebolla para determinar los tamaños de bulbos que son más comerciales y así orientar a los productores hacia esos mercados.

Efectuar ensayos en las comunidades aledañas para validar el presente estudio y recomendar el mejor híbrido que se adapte a la región, ya que los parámetros encontrados en este trabajo sólo son válidos para las condiciones donde se realizó el ensayo.

Divulgar los resultados del presente trabajo a todos los agricultores de la zona y comunidades aledañas.

REFERENCIAS

- Amaya, J., & 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.
- Ayala, G. (2020). *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 Carlo, Guatemala.
- Baudoin, A. (2008). *Identificación de áreas de producción y variedades cultivadas de cebolla para semilla y consumo en Bolivia*. Programa Nacional de Semillas, Bolivia. Recuperado de https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_21022020ba0a3_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf.
- Bello, I., Vera, C., Macías, R., Anchundia, X. & Avellán, M. (2016). Fertilización foliar con Biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) valorando rendimiento. *Ciencias Agronómicas*, 28(16), pp.017-025.
- Bravo, A., & Albelo, H. (2014). Obtención y propagación de semillas botánicas de cebolla (*Allium cepa* L. var. Caribe 71) bajo condiciones caseras de Topes de Collantes, Cuba. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 7(18), pp. 1-6.

- Carranza, J. (2012). *Introducción de cuatro híbridos con tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.)* [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Castro, I. &. (2008). *Evaluación Agronómica de nueve híbridos de cebolla (Allium cepa L.) en el Valle de Cébaco Matagalpa* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Cecílio, A., Marcolini, M., May, A., & Barbosa, J. (2010). Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta. *Científica, Jaboticabal*, 38(1/2), 14-22.
- Centro de Inteligencia sobre mercado sostenible. (abril, 2010). *Estudio de competitividad del cultivo de cebolla en Costa Rica* [en línea]. Recuperado de: <https://drco-mag.yolasite.com/resources/COMPETITIVIDADCEBOLLA%826-04-2010%29FINAL.pdf>
- Chang, A., & Pile, E. (2016). La importación de cebolla y su relación con la producción nacional: 2000 – 2016. *Revista Semilla Del Este*, 1(1), pp. 1–8.
- Chimborazo, D. (2015). *Evaluación del rendimiento de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) var. Red nice a partir de plántula obtenida mediante la poda de sus hojas* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Ambato, Ecuador.

Corpeño, B. (2013). *Manual para la construcción y siembra de semilleros de cebolla*. Centro de Inversión, desarrollo y exportación de agro negocios. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/52591967/MANUAL-PARA-LA-CONSTRUCCION-Y-SIEMBRA-DE-SEMILLEROS-DE-CEB>

DAPRO. (2020). *Informe Estadístico de la Cebolla*. https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_21022020ba0a3_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf

Donoso, M. (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.

Enciso, C. (2019.). *Guía técnica. Cultivo de cebolla*. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay. Recuperado de https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf

FAO. (2014). Base de datos estadísticos. En línea. Consultado el 8 de marzo de 2022. Recuperado de: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>

Fornaris, G. (2012). *Características de la planta*. Recuperado. <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/2.-CEBOLLA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-G.-Fornaris-v2012.pdf>

Gaviola, J. (2020). *Producción de las Semillas Hortícolas*. Recuperado de: <https://www.uv.mx/hab/files/2021/12/produccion-de-semillas-horticolas.pdf>

Lipinski, V., Gaviola, S., & Gaviola, J. (2002). Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla cv. Cobriza inta con riego por goteo. *Agric. Téc., Chillán*, 62(4), pp. 574-582.

López, G., Díaz, T., & Ocaña, C. (2017). Incremento del tamaño y peso del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) por translocación de nutrientes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), pp.1647-1652.

MICI. (2006). *Tecnología de los alimentos, frutas, hortalizas y productos derivados en general. Cebolla*. Recuperado de: https://members.wto.org/crnattachments/2016/TBT/PAN/16_2718_00_s.pdf

MIDA. (2021-2022). Cierre Agrícola. Panamá. Recuperado de: <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2022/11/CIERRE-2021-2022-ultimo-2023-11.pdf> cierre_agricola-2020.pdf?csrt=911909857566711802

MIDA. (2022). *Aumenta producción de cebolla en Panamá*. Recuperado de: <https://mida.gob.pa/aumenta-produccion-de-cebolla-en-panama/>

- Moyon, B. (2015). *Efecto de la aplicación de tres niveles de nitrógeno usando tres fuentes de fertilizantes orgánicos en el rendimiento del cultivo de Allium cepa L. grupo tysicum cv burguesa* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- 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.
- Poma, R. (2013). Tres sistemas de plantación y tres niveles de fertilización en la producción de cebolla (*Allium cepa L.*) cv. `Roja de Camaná [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Agustín, Perú.
- Quintana, M. & Barreto, J. (2021). Respuesta del cultivo de cebolla perla (*Allium cepa L.*) a la fertilización orgánica, Cantón Cumandá, provincia de Chimborazo. *Revista OIDLES*, 15(30), pp. 24-38
- Reveles, M., Velásquez, R., Torres, R., & Ríos, J. (2014). *Guía para producción de cebolla en Zacatecas*. Recuperado de <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/prodCebolla.pdf>
- Valencia, K., & Zetina, A. (2017). La cebolla mexicana: un análisis de competitividad en el mercado estadounidense, 2002-2013. *Región y sociedad*, 29(70), pp.133-153.

- Vásquez, R. (2018). *Comportamiento de tres híbridos en cebolla (Allium cepa L.) con tres tamaños de bulbillos en zona árida*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Vegel, N., Martínez, J., & Zafra, L. (2016). Cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Ocaña: factores asociados a la productividad y el rendimiento. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10 (2), pp. 333-344.
- Viloria, A. A. (2018). Efecto de fertilización con N-P-K y la distancia de siembra sobre el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.). *Revista Agroalimentaria*, 9(17), pp. 59-66
- Voss, E. (1979). *Onion production in California. Publication 4097. Cooperative Extension, University of California*. Recuperado de https://apps1.cdfa.ca.gov/FertilizerResearch/docs/Onion_Production_CA.pdf
- Zanabria, K. (2015). *Efecto del arreglo topológico sobre el rendimiento de variedades de frijol arbustivo* [Tesis de pregrado]. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

ANEXOS

Parámetros	Resultado		Interpretación	Información Adicional	
	ppm	meq/100g		Saturación de bases %	
Fósforo (P)	262,50		ALTO	Potasio (K)	41,78
Potasio (K)	729,08	1,86	ALTO	Calcio (Ca)	23,83
Calcio (Ca)	212,72	1,06	BAJO	Magnesio (Mg)	23,18
Magnesio (Mg)	124,64	1,03	MEDIO	Sodio (Na)	0,00
Sodio (Na)	0,00	0,00		Acidez	11,20
Hierro (Fe)	36,56		MEDIO	Relaciones	
Manganeso (Mn)	35,15		MEDIO	Ca/Mg	1,03
Cobre (Cu)	0,95		BAJO	Mg/K	0,55
Zinc (Zn)	0,00		BAJO	Ca+Mg/K	1,13
Aluminio (Al)		0,50	BAJO	Ca/K	0,57
Acidez		0,20	BAJO		
CICE		4,46			

*CICE = Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva

*Aluminio Intercambiable = Acidez Intercambiable

pH	4,88	MUY ÁCIDO	A. L. Arc %	32 - 20 - 48
%MO	2,81	BAJO	Textura	Arc.
*%MO = Porcentaje de materia orgánica		Color	Pardo Fuerte	

Conductividad Eléctrica	*****
% Salinidad	*****
Interpretación	

% CO ₂	*****
-------------------	-------

Recomendación	
Fertilizante	QQ/Ha
Urea 46%	

* No está en el paquete


Ing. Agr. Franklin Wilcox
Analista

Ingeniero Agr. José N. Rivera
Jefe de Laboratorio

Anexo1. Análisis de suelo



Anexo 2. Marcado del área de ensayo con estacas para realizar la siembra



Anexo 3. aplicación foliar



Anexo 4. Medición de altura de la planta.



Anexo 5. Cosecha



Anexo 6. Híbrido 429