



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2024

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"EFECTO DE BIOESTIMULANTE FOLIARES EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN LAS PAMPAS DE VILLACURÍ, ICA".

Presentado por:

SALAZAR BERNABEL DANY GONZALO

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 02% de similitud (Dos por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

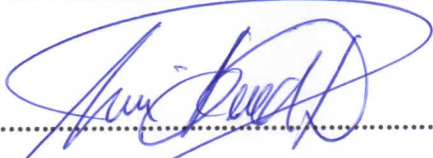
Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

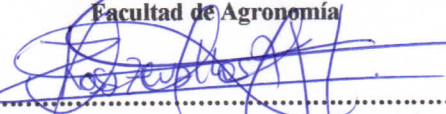
Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas proceden para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuar

Ica, 20 de setiembre de 2024


.....
Dr. LUIS FELIPE BENDEZU DIAZ
Director Interino de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía


.....
ROSA ISABEL ZEVALLOS TORRES
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía



Efecto de bioestimulante foliares en las características morfológicas
y fisicoquímicas en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) en las
Pampas de Villacurí, Ica.

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

DANY GONZALO ALBERTO SALAZAR BERNABEL

Ica, Perú

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por ser el gran impulso a seguir a delante -----

DANY SALAZAR

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, en primer lugar, por ser la fuerza que me impulsa para seguir adelante en cada momento y culminar esta investigación y, que me acompaña en mi camino.

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, por el respaldo brindado por esta institución a la excelencia académica, al Decano, a mis profesores y a los distinguidos miembros de mi comité de tesis, por su orientación experta, valiosos aportes y dedicación a lo largo de este proceso de investigación, que han sido inestimables.

Al Ing. Garcilazo Cornejo, Jaime Martin, mi Asesor, por su guía a lo largo de todo el proceso de esta tesis, su motivación constante y sus correcciones fueron fundamentales para llevar a cabo este trabajo.

Al Ing. Nikolae Euler, Quispe Torres, mi asesor externo, por sus valiosos consejos y orientación en la realización de esta investigación, sus enseñanzas han sido fundamentales en mi desarrollo académico.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCION	1
1.1	Antecedentes de la Investigación	2
1.1.1	Antecedentes Internacionales	2
1.1.2	Antecedentes Nacionales	5
1.1.3	Antecedentes Locales.....	6
1.1.4	Sobre el Origen del Cultivo de Cebolla	7
1.1.5	Morfología del cultivo de Cebolla	7
1.1.6	Sobre el cultivar de cebolla Century	9
1.1.7	Bioestimulantes Foliares	9
1.2	Formulación del Problema	10
1.3	Importancia de la Investigación	10
1.4	Objetivo de la Investigación.....	11
1.4.1	Objetivo General:	11
1.4.2	Objetivos específicos:	11
1.5	Hipótesis y variables de la Investigación	11
1.5.1	Hipótesis General:	11
1.5.2	Hipótesis específicas:	11
1.5.3	Variables	11
1.5.4	Variable independiente:	11
1.5.5	Variable dependiente:.....	11
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	13
2.1	Tipo, nivel y diseño de la Investigación.....	13
2.1.1	Tipo de investigación	13
2.1.2	Nivel de la Investigación.....	13
2.1.3	Diseño de la investigación	13
2.2	Características del campo experimental.....	13
2.3	Croquis experimental	15
2.4	Población y muestra	16
2.4.1	Población de estudio	16
2.4.2	Población de la muestra de estudio	16
2.4.3	Tratamientos.....	16
2.5	Datos generales del campo experimental	16
2.5.1	Selección del campo experimental.....	16
2.5.2	Análisis de suelo	16

2.5.3	Observaciones meteorológicas	18
2.6	Manejo agronómico del cultivo	18
2.6.1	Preparación del terreno y tendido de cintas de riego:	18
2.6.2	Trasplante:.....	19
2.6.3	Deshierbes:.....	19
2.6.4	Riegos.....	19
2.6.5	Fertilización.....	20
2.6.6	Manejo fitosanitario	22
2.6.7	Aplicación de tratamientos:.....	23
2.6.8	Metodología de toma de obtención de datos	23
2.6.9	Instrumentos de recolección de datos.....	24
2.6.10	Procesamiento de datos	25
2.7	Fechas de evaluación y aplicación	25
III.	RESULTADOS	26
3.1	Peso promedio del bulbo (g)	26
3.2	Diámetro ecuatorial del bulbo (cm)	29
3.3	Diámetro polar del bulbo (cm).....	32
3.4	Porcentaje de materia seca (%)	35
3.5	Sólidos solubles Totales (°Brix).....	38
3.6	pH de los bulbos.....	41
3.7	Firmeza de los bulbos de cebolla (g/f)	44
3.8	Rendimiento del cultivo por hectárea (Tn)	47
3.9	Forma del bulbo de la cebolla	50
3.10	Pungencia del bulbo de la cebolla	52
IV.	DISCUSION	54
V.	CONCLUSION	56
VI.	RECOMENDACIONES	57
VII.	BIBLIOGRAFÍA	58
VIII.	ANEXOS	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos del estudio	16
Tabla 2: Análisis físico-mecánico del suelo.....	17
Tabla 3: Análisis químico del suelo	17
Tabla 4: Observaciones meteorológicas.....	18
Tabla 5: Malezas	19
Tabla 6: Cronograma de riegos	19
Tabla 7: Programa de fertirriego semanal	20
Tabla 8: Gasto total de unidades de fertilización	21
Tabla 9: Cronograma del manejo fitosanitario.....	22
Tabla 10: Fecha de instalacion y evaluaciones	25
Tabla 11: Anova para el peso del bulbo por tratamientos y bloques	26
Tabla 12: Prueba múltiple de rangos de duncan para el peso de los bulbos	26
Tabla 13: Resumen estadístico para el peso de los bulbos.....	27
Tabla 14: Anova para el diametro ecuatorial del bulbo por tratamientos y bloques	29
Tabla 15: Prueba múltiple de rangos de duncan del diametro ecuatorial del bulbo.....	29
Tabla 16: Resumen estadístico del diametro ecuatorial del bulbo	30
Tabla 17: Anova para el diametro polar del bulbo por tratamientos y bloques	32
Tabla 18: Prueba múltiple de rangos de duncan del diámetro polar del bulbo	32
Tabla 19: Resumen estadístico del diámetro polar del bulbo.....	33
Tabla 20: Anova para el porcentaje de materia seca (%) por tratamientos y bloques.....	35
Tabla 21: Prueba múltiple de rangos de duncan del porcentaje de materia seca, (%)	35
Tabla 22: Resumen estadístico del porcentaje de materia seca (%).....	36
Tabla 23: Anova para los solidos solubles totales de los bulbos por tratamientos y bloques ...	38
Tabla 24: Prueba múltiple de rangos de los sólidos solubles totales de los bulbos.....	38
Tabla 25: Resumen estadístico de sólidos solubles totales	39
Tabla 26: Anova del ph de los bulbos, por tratamientos y bloques	41
Tabla 27: Prueba múltiple de rangos de duncan del ph de los bulbos.....	41
Tabla 28: Resumen estadístico del ph de los bulbos.....	42
Tabla 29: Anova de la firmeza de los bulbos, por tratamientos y bloques.....	44
Tabla 27: Prueba múltiple de rangos de duncan de la firmeza de los bulbos.....	44
Tabla 31: Resumen estadístico de la firmeza de los bulbos	45
Tabla 32: Anova para el rendimiento del cultivo (ha) por tratamientos y bloques	47
Tabla 33: Prueba múltiple de rangos de duncan rendimiento del cultivo (ha).....	47
Tabla 34: Resumen estadístico del rendimiento del cultivo (ha)	48

Tabla 35: Distribución de la forma de los bulbos evaluados por tratamiento	50
Tabla 36: Distribución del porcentaje de forma de los bulbos por tratamiento	51
Tabla 37: Distribución de la pungencia de los bulbos por tratamiento	52
Tabla 36: Distribución del porcentaje de la pungencia de los bulbos por tratamiento.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de experimento.....	15
Figura 2. Unidad experimental.....	15
Figura 3. Forma del bulbo de la cebolla [38].....	24
Figura 4. Peso promedio del bulbo	28
Figura 5. Diámetro ecuatorial del bulbo	31
Figura 6. Diámetro polar del bulbo	34
Figura 7. Porcentaje de materia seca.....	37
Figura 8. Sólidos solubles totales de los bulbos.....	40
Figura 9. pH de los bulbos	43
Figura 10. Firmeza del bulbo	46
Figura 11. Rendimiento del cultivo por hectárea	49
Figura 12. Distribución en porcentaje de la forma del bulbo por tratamiento	51
Figura 13. Distribución en porcentaje de la pungencia del bulbo por tratamiento.....	53
Figura 14. Extracción de las plántulas para el trasplante a campo definitivo	63
Figura 15. Trasplante a campo definitivo	63
Figura 16. Desarrollo del cultivo	64
Figura 17. Cosecha de la cebolla.....	64
Figura 18. Pesaje de los sacos de cebolla por unidad experimental.....	65
Figura 19. Rotulado de las muestras para su análisis en laboratorio.....	65
Figura 20. Análisis de diámetro ecuatorial y polar de los bulbos de cebolla	66
Figura 21. Análisis de peso promedio de los bulbos de cebolla	66
Figura 22. Procesado de muestras para medir el pH y los sólidos solubles totales.....	67
Figura 23. Preparación de muestras para el análisis de materia seca	67
Figura 24. Muestras para el análisis de materia seca	68
Figura 25. Muestras para el análisis de materia seca llevadas a estufa	68
Figura 26. Análisis de suelo	69
Figura 27. Temperatura máxima mensual.....	70
Figura 28. Temperatura mínima mensual	71

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en el cultivo de la cebolla y medir su impacto en el rendimiento comercial del cultivo, se llevó a cabo un estudio en las Pampas de Villacuri en la ciudad de Ica, utilizando un diseño completamente al azar (DBCA) con cinco productos bioestimulantes como tratamientos, entre ellos habían extractos de algas, aminoácidos, citoquininas + auxinas, brasinoesteroides y un trihormonal, también se incluyó un tratamiento control. En los resultados de las evaluaciones, destacan los bioestimulante hormonales, teniendo un desempeño superior en aspectos cruciales como el rendimiento por hectárea, peso promedio de bulbo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, porcentaje de materia seca, pH del bulbo y firmeza del bulbo. En variables como la materia seca y el total de sólidos solubles no hubo una diferencia entre los tratamientos. Se midió también el efecto sobre la forma de los bulbos, los resultados indican que los bioestimulantes si favorecen el desarrollo de la forma del bulbo. Estos resultados resaltan la importancia de considerar diversas características al seleccionar un bioestimulante para optimizar el rendimiento y la calidad del cultivo de cebolla. La variabilidad en los resultados sugiere que la elección del bioestimulante puede depender de las metas específicas que se busquen alcanzar en el cultivo, subrayando la necesidad de una selección cuidadosa para maximizar los beneficios agronómicos.

Palabras clave: cebolla, bioestimulante, citoquininas, algas, brasinoesteroides

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of foliar biostimulants on the onion crop and measuring their impact on the commercial yield of the crop, a study was carried out in the Pampas de Villacuri in the city of Ica, using a completely randomized design (DBCA) with five biostimulant products as treatments, among them were algae extracts, amino acids, cytokinins + auxins, brassinosteroids and a trihormonal, a control treatment was also included. In the results of the evaluations, the hormonal biostimulants stood out, having a superior performance in crucial aspects such as yield per hectare, average bulb weight, equatorial diameter, polar diameter, dry matter percentage, bulb pH and bulb firmness. In variables such as dry matter and total soluble solids there was no difference between treatments. The effect on bulb shape was also measured, and the results indicate that biostimulants do favor bulb shape development. These results highlight the importance of considering various characteristics when selecting a biostimulant to optimize onion crop yield and quality. The variability in the results suggests that the choice of biostimulant may depend on the specific crop goals to be achieved, underscoring the need for careful selection to maximize agronomic benefits.

Keywords: Onion, Biostimulant, Cytokinins, Seaweed, Brassinosteroids

I. INTRODUCCION

La mayor parte de la producción se concentra en dos departamentos de la costa peruana, Arequipa (61,2%) e Ica (20,2%), contribuyendo conjuntamente al 81,4% de la producción total. Sin embargo, se observó una disminución del 4,8% en la producción de cebolla en comparación con el año anterior, principalmente debido a la caída en la producción de Arequipa (-1,9%) e Ica (-14,3%) [1]. La cebolla en Perú se caracteriza por una clara división entre la variedad amarilla dulce para la exportación y la roja arequipeña para el consumo interno. El corredor logístico centralizado en Puno-Zarumilla, especialmente en el tramo Arequipa-Callao, juega un papel fundamental en la exportación, abarcando áreas clave de producción en Arequipa, Ica y Lima. Esta eficiente infraestructura logística emerge como un componente esencial que impulsa la competitividad de las exportaciones de cebolla peruana [2]. Las exportaciones peruanas de cebolla crecieron notablemente entre enero y julio de 2023 debido a la escasez global y los precios altos, a pesar de desafíos en la obtención de fertilizantes, Perú redirigió la producción hacia la exportación, generando escasez y aumentos de precios locales, el cambio hacia el mercado estadounidense en el segundo trimestre evidencia la adaptabilidad de los exportadores y destaca la importancia de una gestión logística eficiente [3]. Las exportaciones peruanas de cebolla fresca registraron una significativa caída del 13% en volumen y del 4% en valor hasta octubre de 2023, a pesar del incremento en los precios globales, la inestabilidad del mercado, afectada por condiciones climáticas y problemas de calidad a nivel mundial, contribuyó a la reducción de los volúmenes, los productores peruanos, afectados por problemas financieros y la disminución en la rentabilidad, enfrentan obstáculos en la toma de decisiones de inversión [4]. El uso de algas en la agricultura se plantea como una estrategia para hacer frente a algunos de los impactos del cambio climático, las algas marinas y sus extractos se han identificado como bioestimulantes que pueden ayudar a las plantas a adaptarse y resistir condiciones ambientales adversas asociadas al cambio climático, destacando por su capacidad osmoprotectora ante el estrés salino y la mejora en la absorción de nutrientes, especialmente nitrógeno en condiciones salinas, su influencia en la regulación estomática favorece la transpiración, siendo beneficioso en regiones con saturación de agua, la aplicación de algas marinas se presenta como una estrategia eficaz para abordar desafíos ambientales y optimizar la productividad agrícola [5]. La cebolla, con sus propiedades beneficiosas y su versatilidad en aplicaciones, destaca como un cultivo prometedor, especialmente en la variedad de cebolla amarilla dulce en la región de Ica, los bioestimulantes, representa una innovación clave para potenciar los rendimientos y la calidad de los cultivos, esta combinación de técnicas y tecnologías emergentes ofrece una perspectiva alentadora para la producción sostenible y rentable en la agricultura de la región [6].

1.1 Antecedentes de la Investigación

1.1.1 Antecedentes Internacionales

En el año 2008, se llevó a cabo una investigación en Giza, Egipto, con el propósito de evaluar los efectos de la aplicación foliar de aminoácidos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de cebolla. En la investigación, se designaron dos tratamientos: el "T1", que utilizó una dosis de 1.5 L/feddan (3.57 L/ha) de aminoácidos, y el "T2", con una dosis de 3.0 L/feddan (7.14 L/ha) de aminoácidos. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de la materia seca, el diámetro polar del bulbo, el diámetro ecuatorial del bulbo, el peso promedio del bulbo, el rendimiento por feddan (1feddan = 0.42 ha), total de sólidos solubles de los bulbos y el pH de los bulbos; los resultados revelan que el porcentaje de materia seca el tratamiento T1 fue 29.8% más y el T2 fue 23.4% más que el testigo control, en la variable de diámetro polar el tratamiento T1 fue 12.6% más y el T2 fue 15.6% más que el testigo control, en la variable de diámetro ecuatorial el tratamiento T1 fue 10.5% menos y el T2 fue 8.1% menos que el testigo control, en la variable de peso promedio de bulbo el tratamiento T1 fue 26.1% más y el T2 fue 33.8% más que el testigo control, en la variable de rendimiento por feddan el tratamiento T1 fue 23.9% más y el T2 fue 36.1% más que el testigo control, en la variable de total de sólidos solubles de los bulbos el tratamiento T1 fue 6.8% más y el T2 fue 6.9% más que el testigo control y en la variable de pH de los bulbos no hubo diferencia estadística entre los tratamientos T1, T2 y el testigo control [7].

En la Estación Experimental del Centro Nacional de Investigación de Behira, Egipto, se realizaron dos experimentos las campañas 2007-2008 y 2008-2009, las investigaciones consistieron en evaluar la respuesta fisiológica de las plantas de cebolla a la aplicación foliar de una poliamina y un aminoácido durante su crecimiento vegetativo, las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el diámetro polar del bulbo, el diámetro ecuatorial del bulbo, el peso promedio de los bulbos, el porcentaje de materia seca, el rendimiento del cultivo (toneladas/feddan) y el total de sólidos solubles; los resultados de los experimentos las campañas 2007-2008 y 2008-2009 se promediaron y fueron en la variable altura de la planta, el tratamiento con aminoácidos tuvo un 14.0% más que el tratamiento control, en la variable de diámetro polar del bulbo el tratamiento con aminoácidos tuvo un 25.1% más que el tratamiento control, en la variable de diámetro ecuatorial del bulbo el tratamiento con aminoácidos tuvo un 27.2% más que el tratamiento control, en la variable de peso promedio de los bulbos el tratamiento con aminoácidos tuvo un 40.6% más que el tratamiento control, en la variable de porcentaje de materia seca, el tratamiento con aminoácidos tuvo un 15.9% más que el tratamiento control, en la variable de rendimiento del cultivo (toneladas/feddan) el tratamiento con aminoácidos tuvo un 23.0% más que el tratamiento control y en la variable de total de sólidos solubles el tratamiento con aminoácidos tuvo un 22.3% más que el tratamiento control [8].

El investigador F. Fawzy y su equipo realizaron investigaciones durante dos campañas seguidas los años 2009-2010 y 2010-2011 en la gobernación de Ismailia, Egipto, y consistió en evaluar la respuesta del cultivo de la cebolla, variedad “Giza 20”, a la aplicación foliar de diversos bioestimulantes entre ellos aminoácidos, las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el peso promedio del bulbo, el diámetro ecuatorial del bulbo, el rendimiento del cultivo (toneladas/feddan) y el total de sólidos solubles en los bulbos; los resultados de los experimentos las campañas 2009-2010 y 2010-2011 se promediaron, en la variable de altura de planta el tratamiento con aminoácidos tuvo un 36.5% más que el testigo absoluto, en la variable del peso promedio del bulbo el tratamiento con aminoácidos tuvo un 277.5% más que el testigo absoluto, en la variable del diámetro ecuatorial del bulbo el tratamiento con aminoácidos tuvo un 49.7% más que el testigo absoluto, en la variable del rendimiento del cultivo (toneladas/feddan) el tratamiento con aminoácidos tuvo un 119.7% más que el testigo absoluto y finalmente en la variable del total de sólidos solubles en los bulbos el tratamiento con aminoácidos tuvo un 10.4% más que el testigo absoluto [9].

Se realizaron dos experimentos durante los años 2010-2011 y 2011-2012 en la Estación de Investigaciones Agrícolas de Gemmeiza, en la gobernación de Gharbeia, Egipto, conducido por el investigador A. Kandil y su equipo, la investigación consistió en realizar aspersiones foliares con diversos bioestimulantes, entre ellos aminoácidos y evaluar el efecto sobre el rendimiento del cultivo de cebolla, variedad “Giza 20”, las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el peso promedio del bulbo, el rendimiento total del cultivo (T/ha), el rendimiento comercial del cultivo (T/ha), el total de sólidos solubles del bulbo y la materia seca de los bulbos; los resultados de los experimentos las campañas 2010-2011 y 2011-2012 se promediaron, en la variable de altura de planta el tratamiento con aminoácidos tuvo un 3.3% más que el testigo control, en la variable peso promedio del bulbo el tratamiento con aminoácidos tuvo un 1.8% más que el testigo control, en la variable rendimiento total (T/ha) el tratamiento con aminoácidos tuvo un 3.4% más que el testigo control, en la variable rendimiento comercial (T/ha) el tratamiento con aminoácidos tuvo un 3.4% más que el testigo control, en la variable Total de sólidos solubles de los bulbos el tratamiento con aminoácidos tuvo un 1.2% más que el testigo control y en la variable de porcentaje de materia seca el tratamiento con aminoácidos tuvo un 1.2% más que el testigo control [10].

En la gobernación de Beheira, Egipto, durante las campañas 2011/2012 y 2012/2013, los investigadores M. Shafeek, Y. Helmy y M. Omar realizaron investigaciones en el cultivo de la cebolla, variedad “Giza 20”, que consistieron en aplicar foliarmente bioestimulantes durante el crecimiento vegetativo de la cebolla, entre los bioestimulantes uno de los tratamientos fue el extracto de algas marinas, las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el peso promedio de los bulbos, el porcentaje de la materia seca del bulbo, el diámetro polar del bulbo, el diámetro

ecuatorial del bulbo, el rendimiento del cultivo por hectárea (T/feeding) y el total de sólidos solubles del bulbo, los resultados de los experimentos las campañas 2011/2012 y 2012/2013 se promediaron, en la variable de altura de la planta el tratamiento con algas marinas fue un 29.5% mayor que el testigo control, en la variable de peso promedio de bulbo el tratamiento con algas marinas fue un 24.2% mayor que el testigo control, en la variable del porcentaje de la materia seca del bulbo, el tratamiento con algas marinas tuvo un 5.7% más que el tratamiento control, en la variable del diámetro polar del bulbo el tratamiento con algas marinas fue un 33.2% más que el tratamiento control, en la variable del diámetro ecuatorial del bulbo el tratamiento con algas marinas fue un 20.4% más que el tratamiento control, en la variable del rendimiento del cultivo por hectárea (T/feeding) el tratamiento con algas marinas fue un 10.9% mayor que el testigo control y finalmente la variable de sólidos solubles del bulbo el tratamiento con algas marinas no fue significativo [11].

Un estudio realizado en el Instituto de Agricultura, Tecnología y Ciencias Sam Higginbottom en India, el año 2015, fue conducido por los investigadores Akash Hidangmayum y Richa Sharma, el experimento consistió en evaluar el efecto de aplicaciones foliares con diferentes concentraciones de extractos de algas marinas en el cultivo de cebolla, variedad "N-53", las variables evaluadas fueron la altura de la planta 80 días después del trasplante, el peso fresco promedio de los bulbos y el diámetro ecuatorial de los bulbos; los resultados con la concentración más alta de extractos de algas en la variable de altura de planta fue de 9.7% mayor que el testigo control, en la variable de peso fresco del bulbo la concentración más alta de extractos de algas fue un 21.4% mayor que el testigo control y en la variable de diámetro ecuatorial de los bulbos la concentración más alta de extractos de algas fue un 27.8% mayor que el testigo control. [12]

Se realizaron experimentos en la Granja Experimental del Centro Nacional de Investigación El-Nubaria, Egipto, durante dos temporadas seguidas los años 2016/2017 y 2017/2018, los experimentos consistieron en la aplicación foliar de bioestimulantes sobre el cultivo de la cebolla, variedad "Giza 20", entre los bioestimulantes hubo tratamientos de aminoácidos y extractos de algas marinas; las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el peso promedio de los bulbos, el porcentaje de materia seca de los bulbos, el rendimiento total del cultivo, el diámetro polar del bulbo, el diámetro ecuatorial del bulbo y el total de sólidos solubles; los resultados de los experimentos las campañas 2016-2017 y 2017-2018 se promediaron, para el tratamiento con aminoácidos en la variable de la altura de la planta fue un 22.4% más que el testigo absoluto, en la variable del peso promedio de los bulbos fue un 12.2% más que el testigo absoluto, en la variable del porcentaje de materia seca de los bulbos fue un 19.7% mayor que el testigo absoluto, en la variable del rendimiento total del cultivo fue un 23.0% más que el testigo absoluto, en la variable del diámetro polar del bulbo fue un 16.6% más que el testigo absoluto, en la variable del diámetro ecuatorial del bulbo fue un 8.6% más que el testigo absoluto y en la variable del total de

sólidos solubles fue un 11.2% más que el testigo absoluto; mientras que para el tratamiento con extractos de algas en la variable de la altura de la planta fue un 23.0% más que el testigo absoluto, en la variable del peso promedio de los bulbos fue un 5.1% más que el testigo absoluto, en la variable del porcentaje de materia seca de los bulbos fue un 18.8% mayor que el testigo absoluto, en la variable del rendimiento total del cultivo fue un 21.9% más que el testigo absoluto, en la variable del diámetro polar del bulbo fue un 8.4% más que el testigo absoluto, en la variable del diámetro ecuatorial del bulbo fue un 7.3% más que el testigo absoluto y en la variable del total de sólidos solubles fue un 7.5% más que el testigo absoluto [13].

En la ciudad de Akola, India, se realizó una investigación el año 2008, y consistió en evaluar la respuesta del cultivo de la cebolla a la aplicación de bioestimulantes foliares, entre ellos hubo un tratamiento con extractos de algas marinas, las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el rendimiento total por hectárea, el rendimiento comercial por hectárea, el diámetro ecuatorial del bulbo, el diámetro polar del bulbo, y el contenido total de sólidos solubles de los bulbos; los resultados para el tratamiento con el extracto de algas marinas en la variable altura de la planta fue un 11.9% mayor que el testigo absoluto, en la variable del rendimiento total por hectárea fue un 24.5% mayor que el testigo absoluto, en la variable de rendimiento comercial fue 33% mayor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro ecuatorial del bulbo fue 16.9% mayor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro polar del bulbo fue un 18.2% mayor que el testigo absoluto y en la variable del contenido total de sólidos solubles de los bulbos fue un 2.2% mayor que el testigo absoluto no siendo significativo [14].

Se realizó una investigación en el Instituto de Investigación de Killikulam, India, el año 2015, en dicha investigación se evaluó la influencia de la aplicación foliar de bioestimulantes en el cultivo de la cebolla, variedad Bellary, uno de los tratamientos fue el Brasinoesteroide; las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el peso promedio del bulbo, el rendimiento total del cultivo y el rendimiento comerciable; los resultados de la investigación para el tratamiento con brasinoesteroides en la variable de altura de planta fue un 9.7% menor que el testigo absoluto, en la variable del peso promedio de bulbo fue un 17.8% mayor que el testigo absoluto, en la variable de rendimiento total del cultivo fue un 0.3% menor que el testigo absoluto, no siendo estadísticamente distinto y en la variable de rendimiento comerciable fue un 15.3% mayor que el testigo absoluto [15].

1.1.2 Antecedentes Nacionales

Un estudio realizado en Tacna en el 2019, que consistía evaluar la respuesta del cultivo de cebolla, variedad roja Ilabaya a la aplicación foliar de bioestimulantes orgánicos, entre los tratamientos hubo aminoácidos y extractos de algas; las variables evaluadas fueron la altura de planta, el diámetro ecuatorial, el diámetro polar, el peso promedio del bulbo y el rendimiento total

(T/ha); los resultados del tratamiento con aminoácidos en la variable la altura de planta fue de 10.5% más que el testigo control, en la variable del diámetro ecuatorial fue un 7.0% más que el testigo control, en la variable del diámetro polar fue un 7.8% más que el testigo control, en la variable del peso promedio del bulbo fue un 20.6% más que el testigo control y en la variable de rendimiento total (T/ha) fue un 17.5% más que el testigo control; mientras que el tratamiento con algas marinas en la variable la altura de planta fue de 3.8% menor que el testigo control, en la variable del diámetro ecuatorial fue un 2.3% menor que el testigo control, en la variable del diámetro polar fue un 1.5% menor que el testigo control, en la variable del peso promedio del bulbo fue un 8.9% menor que el testigo control y en la variable de rendimiento total (T/ha) fue un 4.4% menos que el testigo control [16].

1.1.3 Antecedentes Locales

Un experimento realizado el 2019 en las Pampas de Villacuri, Ica, que consistió en evaluar el efecto en el cultivo de cebolla, variedad Century a la aplicación de bioestimulantes que contienen hormonas vegetales (Trihormonal) en diferentes dosis (3.0 L/ha, 3.75 L/ha y 4.5 L/ha); las variables evaluadas en esta investigación fueron la altura de la planta y el rendimiento total del cultivo; los resultados en la dosis más baja fueron en variable de altura de planta de 3.3% más que el testigo absoluto y en la variable de rendimiento total fue 1.7% mayor que el testigo absoluto; en la dosis media en variable de altura de planta de 6.8% más que el testigo absoluto y en la variable de rendimiento total fue 3.3% mayor que el testigo absoluto y en la dosis más alta en variable de altura de planta de 4.0% más que el testigo absoluto y en la variable de rendimiento total fue 5.9% mayor que el testigo absoluto [6].

Se realizó una investigación en la zona de las Pampas de Villacuri, Ica, el año 2021, en donde se evaluó la respuesta de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de la cebolla, variedad Sweet Magnolia, entre los tratamientos estaban algunos formulados con extractos de algas marinas y otro con aminoácidos; las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el diámetro polar de los bulbos, el diámetro ecuatorial de los bulbos, el peso promedio de los bulbos y el rendimiento total por hectárea del cultivo; los resultados fueron para el tratamiento con algas marinas en la variable de altura de la planta fue 1.8% mayor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro polar de los bulbos fue un 2.9% mayor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro ecuatorial de los bulbos fue un 0.5% mayor que el testigo absoluto, en la variable de peso promedio de 10 bulbos fue 7.9% mayor que el testigo absoluto y en el rendimiento total por hectárea del cultivo fue un 6.6% mayor que el testigo absoluto; para el tratamiento con aminoácidos en la variable de altura de la planta fue 2.3% mayor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro polar de los bulbos fue un 0.5% menor que el testigo absoluto, en la variable de diámetro ecuatorial de los bulbos fue un 1.3% mayor que el testigo absoluto, en la variable de

peso promedio de 10 bulbos fue 1.8% mayor que el testigo absoluto y en el rendimiento total por hectárea del cultivo el rendimiento fue el mismo que el testigo absoluto [17].

1.1.4 Sobre el Origen del Cultivo de Cebolla

La cebolla es parte de las familias Liliáceas y Amarilidáceas, tiene su origen en Asia, siendo cultivada inicialmente en África central, desde allí, se expandió hacia América del Norte, estableciéndose en diversas regiones, especialmente cerca de la cordillera de los Andes, este viaje evolutivo refleja la adaptabilidad y la capacidad de la cebolla para arraigarse en diferentes entornos climáticos [18].

1.1.5 Morfología del cultivo de Cebolla

a) Sistema Radicular

El sistema de raíces se caracteriza como fasciculado, con raíces adventicias que se originan en el tallo cónico durante la fase de desarrollo vegetativo. A medida que la planta alcanza la madurez, la mayor concentración de raíces se encuentra a una profundidad de 25 cm y se extiende lateralmente hasta 15 cm [19]. La cebolla presenta un sistema de raíces con limitada capacidad de absorción, caracterizado por la formación de raíces adventicias en el tallo real y un crecimiento significativo durante las etapas iniciales del crecimiento de la planta, aunque este sistema radicular se ubica principalmente en las primeras 12 pulgadas del suelo y lateralmente en un radio de aproximadamente 10 pulgadas desde el tallo, su vida breve da lugar a la generación constante de nuevas raíces adventicias [20].

b) Tallo

El tallo de la cebolla se manifiesta como un disco con entrenudos cortos y subterráneo en la base del bulbo, este disco alberga el meristemo apical en su centro, el cual da origen a hojas opuestas con filotaxia decusada. Asimismo, las raíces adventicias se desarrollan desde este disco basal., durante el primer año, el tallo permanece compacto y, posteriormente, en el segundo año, experimenta un alargamiento que conduce a la formación del tallo floral, en circunstancias climáticas particulares, el tallo emite un escapo floral hueco que atraviesa el bulbo, generando una inflorescencia que puede alcanzar más de 1 metro de altura [21]. La porción inferior del tallo de la cebolla está ubicada bajo tierra, resaltando, al mismo tiempo, que el punto más elevado del tallo, denominado ápice caulinar, se sitúa en el centro [22].

c) Hoja

Las hojas presentan una clara distinción entre la vaina y la lámina foliar. Las vainas de las hojas rodean por completo el punto de crecimiento, formando un tubo que se extiende desde el tallo y envuelve las hojas más jóvenes en su interior, esta estructura se conoce como falso tallo, en la unión de la vaina y la lámina de la hoja, hay una abertura por la cual emerge la lámina de la

siguiente hoja, la lámina foliar es un tubo hueco cerrado en la punta, ligeramente achatado en su cara superior [23]. Las catafilas son hojas que han cesado su desarrollo o han experimentado transformaciones, en el caso de la cebolla, se les conoce también como túnicas, y constituyen la porción comestible de la misma. Entre una túnica y otra se ubica una fina membrana transparente llamada lámina, los bulbos, que actúan como estructuras de reserva, se desarrollan al término de la primera temporada de crecimiento como respuesta a condiciones específicas de fotoperiodo, estos bulbos resultan de la acumulación de carbohidratos y otros compuestos de reserva en la base de las hojas [24].

d) Bulbo

Los conjuntos de vainas que rodean el bulbo evolucionan hacia un órgano más amplio conocido como bulbo tunicado a medida que aumentan su grosor, las vainas de las hojas externas adquieren una textura membranosa y cumplen la función de túnicas protectoras, mientras que las vainas de las hojas internas se expanden debido a la acumulación de sustancias de reserva, formando la parte comestible del producto [25]. El bulbo de la cebolla, crucial para su clasificación, está compuesto por túnicas, catafilas o escamas que son carnosas, concéntricas y translúcidas en el exterior, formando la base de las hojas engrosadas, su desarrollo comienza cuando la base de las hojas visibles se expande sobre el tallo, acumulando reservas alimenticias, en el centro del bulbo, se generan hojas más gruesas que sirven exclusivamente como órganos de almacenamiento, acompañadas del crecimiento de yemas laterales, la formación del bulbo se ve significativamente influenciada por factores como el fotoperiodo, la temperatura, el tamaño de la planta y la nutrición nitrogenada [26].

e) Flores

Sus flores son de tonalidad blanco-violácea, con cambios cromáticos según la variante, las flores surgen en estructuras en forma de paraguas llamadas umbelas en la parte superior y se acompañan de escapos o tallos alargados, en su forma típica, exhiben un verticilo de estambres externos e inferiores que contienen tres estambres cada uno, así como un pistilo con tres compartimentos y dos óvulos en cada lóbulo, la polinización es llevada a cabo por insectos en las variedades que experimentan una floración perfecta [27]. Las flores de la cebolla son vistosas, exhibiendo colores que pueden variar entre blanco y morado. Se disponen en una estructura floral peculiar con forma de sombrilla llamada umbela, ubicada en el extremo del falso tallo, cada compartimento de la flor alberga dos pequeñas estructuras embrionarias, y la polinización es llevada a cabo por insectos [28].

f) Fruto

Se trata de un fruto con forma de cápsula que presenta tres lados con bordes redondeados, y en su interior alberga semillas de color negro. El fruto de la cebolla adopta la forma de una cápsula con tres lóbulos y tres compartimentos, cada uno de los cuales contiene 6 semillas [21].

g) Semilla

Las semillas exhiben un tono negro y presentan una cara plana adyacente a otra convexa [29]. La sorpresa radica en la apariencia de las semillas, las cuales muestran una forma ligeramente irregular y un color negro brillante. En un gramo, se estiman alrededor de 250 semillas [30].

1.1.6 Sobre el cultivar de cebolla Century

El cultivar Century es híbrido F1, es una cebolla amarilla de sabor muy suave, de baja pungencia y posee una baja acidez, es una cebolla de día corto tipo Granex, [31], la característica de sus bulbos es que son grandes de tipo globoso y principalmente de centros sencillos, el cultivo se adapta muchos climas, con excepción a los lluviosos, además la altura ideal para el cultivo va desde los 0 hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar [32].

Las principales ventajas de la cebolla Century son que los calibres que más predominan son el jumbo y el colosal, cuenta con un menor descarte, tiene una excelente adaptación a el clima de la costa peruana [33]. Se adapta bien a cualquier tipo de suelo, siendo el óptimo son los suelos franco-arenosos con buen drenaje, tiene una alta resistencia a la raíz rosada (*Phoma terrestris*) y a la Podredumbre basal de la cebolla (*Fusarium oxysporum*) [34].

1.1.7 Bioestimulantes Foliare

Los bioestimulantes son componentes esenciales en la agricultura, potenciando procesos naturales de las plantas y mejorando la absorción de nutrientes, al combatir el estrés abiótico, contribuyen significativamente a la calidad y rendimiento de los cultivos, ofreciendo una solución clave para la agricultura sostenible y optimizando la eficiencia de los insumos agrícolas [35].

Estos bioestimulantes muestran beneficios notables, como la reducción de la caída de frutas y mejoras en la calidad del cultivo, siendo herramientas vitales para optimizar el rendimiento agrícola en condiciones climáticas desafiantes [36]. El uso de bioestimulantes en diferentes estudios demostró ser beneficioso para el rendimiento y la calidad de los cultivos, ofreciendo una alternativa viable para mejorar la producción agrícola en la región estudiada [37].

Los bioestimulante, son productos que tienen la capacidad de mejorar el desarrollo y crecimiento de los vegetales, se definen como moléculas biológicas o fertilizantes líquidos que actúan tanto dentro como fuera de la planta, estos productos potencian expresiones metabólicas y fisiológicas específicas, mejoran la eficiencia metabólica y fotosintética, y aumentan la

disponibilidad de nutrientes en el suelo, su aplicación busca incrementar la calidad de los cultivos, activar el desarrollo de diferentes órganos de la planta y reducir los daños causados por diversos tipos de estrés, estos productos representan una alternativa valiosa en la agricultura para mejorar la productividad y la resistencia de los cultivos [38]. Los bioestimulantes desempeñan un papel crucial en la agricultura al promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, contienen una variedad de compuestos beneficiosos, como vitaminas, aminoácidos y fitohormonas, que mejoran la resistencia de las plantas al estrés y favorecen la absorción de nutrientes [39].

1.2 Formulación del Problema

La agricultura actual cambia el enfoque antiguo del uso tradicional de usar sólo fertilizantes y la estrategia de reponer los nutrientes en cada campaña, añadiendo el uso de bioestimulantes. Los bioestimulantes en su composición no tienen nutrientes, pero estimulan procesos y mejoran la nutrición, ya que reducen diversos tipos de estrés en la planta, diversas pruebas indican que los bioestimulantes pueden aumentar la producción y calidad de los cultivos. La falta de información sobre el efecto de los bioestimulantes en el cultivo de cebolla en el Valle de Ica, crea la necesidad de investigar esta problemática con el fin de mejorar las características morfológicas y fisicoquímicas del cultivo de la cebolla.

Los agricultores y los consumidores buscan reducir el uso de insumos químicos como fertilizantes y pesticidas para minimizar los efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente. Una estrategia cada vez más popular es el uso de bioestimulantes, lo que se refleja en el rápido crecimiento del mercado global y la creciente tasa de registro de nuevos productos.

1.3 Importancia de la Investigación

El desarrollo agrícola con respecto a la producción agrícola de cebolla se tiene un gran potencial de consumo interno y externo en el escenario mundial, China e India dominan la producción mundial y autoconsumo. Sin embargo, el país con mayor consumo per cápita de cebolla es Libia y Albania. La superficie sembrada de cebolla en el mundo ha aumentado cerca del 19% en cinco años. En el Perú, la cebolla es la hortaliza que más se consume, principalmente en la costa (11 kilos al año), los principales países a los que el Perú exporta son EEUU y Colombia [40].

El cultivo de cebolla requiere un clima cálido y seco para su producción, y estas condiciones las tienen los departamentos ubicados en la Costa, como Arequipa, Ica, Lima, Lambayeque y la Libertad. En el Perú el departamento que lidera en la producción de cebolla es Arequipa, seguido de Ica que cada vez está creciendo más, aunque según informes de Minagri en el 2017, reporto que la ciudad con mayor rendimiento fue Ica con un rendimiento de 57 743 kg/ ha seguido por la ciudad de Arequipa con 43 280 kg/ha y La libertad con 40 278 kg/ha, Teniendo como rendimiento nacional de 39.576 kg/ha [41].

1.4 Objetivo de la Investigación

1.4.1 Objetivo General:

- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento comercial del cultivo de cebolla en el Valle de Ica.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la forma del bulbo.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en el peso unitario del bulbo.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en el diámetro del bulbo.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la materia seca de los bulbos.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en los sólidos solubles del bulbo.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la firmeza de los bulbos.
- Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la pungencia de los bulbos.

1.5 Hipótesis y variables de la Investigación

1.5.1 Hipótesis General:

- La aplicación de un bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla mejoraran el rendimiento comercial.

1.5.2 Hipótesis específicas:

- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla mejoran la forma del bulbo.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla incrementan el peso unitario de los bulbos.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla incrementan el diámetro del bulbo.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla mejoran la materia seca de los bulbos.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla incrementan los sólidos solubles de los bulbos.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla mejoraran la firmeza de los bulbos.
- Los bioestimulante foliares en el cultivo de cebolla mejoraran la pungencia de los bulbos.

1.5.3 Variables

1.5.4 Variable independiente:

- Aplicaciones foliares de bioestimulantes

1.5.5 Variable dependiente:

- Peso promedio de los bulbos (gramos)
- Diámetro ecuatorial del bulbo (centímetros)

- Diámetro polar del bulbo (centímetros)
- Porcentaje de materia seca (%)
- Sólidos solubles totales (°Brix)
- Sólidos solubles (pH)
- Firmeza de los bulbos de cebolla (gramos/fuerza)
- Rendimiento del cultivo por hectárea (toneladas)
- Forma del bulbo
- Pungencia del bulbo

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Tipo, nivel y diseño de la Investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada, debido a que se busca mejorar el rendimiento del cultivo con la aplicación de bioestimulantes.

2.1.2 Nivel de la Investigación

El trabajo de investigación fue de nivel explicativo debido a que se intenta probar hipótesis causales; y de nivel experimental porque buscamos la relación entre las variables de causa y efecto.

2.1.3 Diseño de la investigación

El diseño estadístico utilizado en presente trabajo de investigación fue un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), en el experimento se utilizaron cinco productos bioestimulantes y un testigo absoluto, resultando seis tratamientos, además se usaron cuatro repeticiones, resultando 24 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal del diseño experimental utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

T_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental ij.

2.2 Características del campo experimental

Dimensiones generales

- Largo (sentido longitudinal surcos): 100.00 m
- Ancho (sentido transversal surcos): 20.40 m
- Área de calles: 1200.00 m²
- Área neta: 840.00 m²
- Área total: 2040.00 m²

Bloques

- Largo (sentido longitudinal surcos): 100.00 m
- Ancho (sentido transversal surcos): 5.10 m
- Área de un Bloque: 510.00 m²
- Número de Bloques: 4

Parcela

- Largo (sentido longitudinal surcos): 16.70 m
- Ancho (sentido transversal surcos): 5.10 m
- Área de una parcela: 85.17 m²
- Número de camas por parcela: 3

Cama

- Largo (sentido longitudinal surcos): 100.00 m
- Ancho (sentido transversal surcos): 0.70 m
- Área de una cama: 70.00 m²

Calle

- Largo (sentido longitudinal surcos): 100.00 m
- Ancho (sentido transversal surcos): 1.00 m
- Área de una calle: 100.00 m²

2.3 Croquis experimental

A continuación, se muestra las figuras que representan el croquis del experimento (Figura 1) y la unidad experimental (Figura 2).

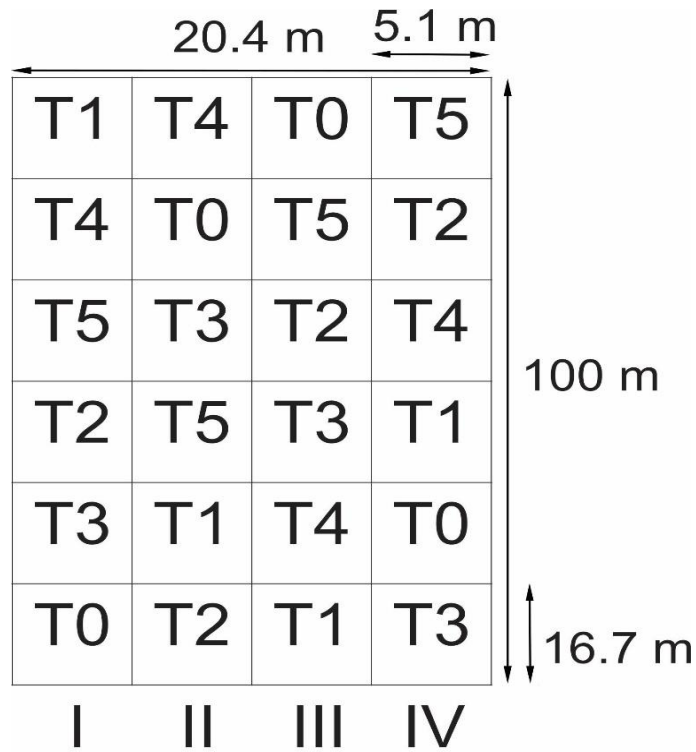


Figura 1. Croquis de experimento

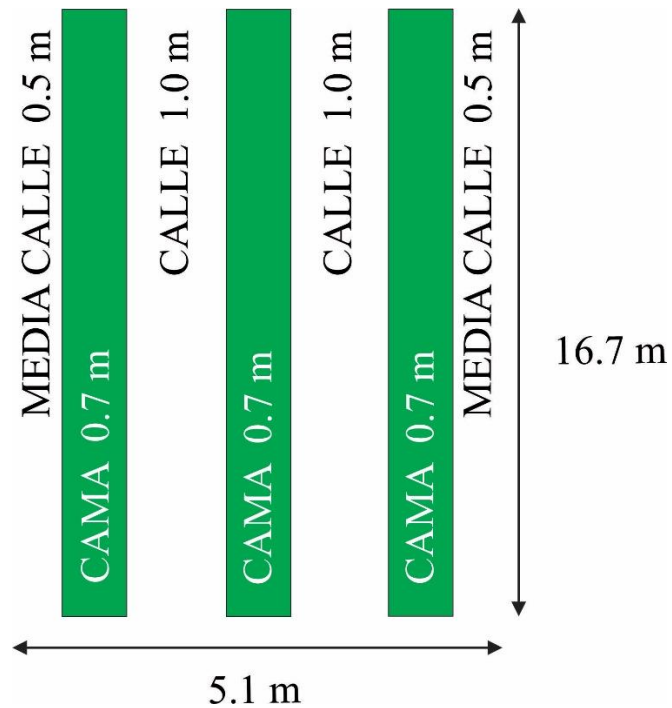


Figura 2. Unidad experimental

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población de estudio

La población son las plantas del cultivo de cebolla sembradas en las pampas de Villacuri.

2.4.2 Población de la muestra de estudio

La población muestra de la investigación está representada por 0.20 ha sembradas del cultivo de cebolla, equivalentes a 12 camas de 100 metros lineales.

2.4.3 Tratamientos

En el presente trabajo se probará bioestimulantes foliares, formulados a base de extractos de algas, aminoácidos, hormonas (auxinas, citoquininas y giberelinas) y brasinoesteroides.

TABLA 1:
TRATAMIENTOS DEL ESTUDIO

Tratamiento	Producto	Ingrediente activo	Dosis 200L	Aplicaciones
T0	Testigo absoluto		-	-
T1	Algachem	Extracto de algas	1000 cc	4
T2	Vigorum	Aminoácidos	1000 cc	4
T3	Auxamino + Citobloom	Auxinas + Citoquininas	500 cc	4
T4	Nutripro Brassinal	Brasinoesteroides	200 cc	4
T5	Big- Hor Plus	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	500 cc	4

2.5 Datos generales del campo experimental

2.5.1 Selección del campo experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el fundo Rocío, lote 1, con coordenadas 13°56'1.075"S; 75°55'52.892"W ubicado en las Pampas de Villacurí, en el distrito de Salas Guadalupe, provincia de Ica, departamento de Ica. El campo elegido tiene una rotación anual del cultivo de cebolla y el cultivo de paprika.

2.5.2 Análisis de suelo

Para obtener una muestra representativa del terreno experimental, se tomaron 20 submuestras a una profundidad de 20 cm. Estas submuestras se mezclaron para formar una muestra compuesta de 2 kg, que se envió al laboratorio para su análisis. (Tablas 2 y 3).

TABLA 2:
ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (0-20 cm)	Método empleado
Arena	93.5 %	
Limo	6.5 %	Método de Bouyoucos
Arcilla	0.0 %	
Textura	Arenoso	Triángulo textural

Fuente: Laboratorio V&C LAB Laboratorio Agroambiental

El análisis físico-mecánico del suelo muestra que es del tipo textural arenoso, con una macro porosidad y baja retención del agua, al no presentar arcillas en el análisis, nos indica que no tiene propiedades coloidales por lo que no puede retener nutrientes, no siendo positivo para los cultivos.

TABLA 3:
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (0-20 cm)	Interpretación	Método empleado
Materia Orgánica (%)	0.3	Bajo	Walkley y Black
Nitrógeno Total (%)	0.02	Bajo	Kjeld Hal
Fósforo Disponible (ppm)	31.1	Alto	Método de Bray-Kurtz
Potasio Disponible(ppm)	0.49	Bajo	Extracción con Acetato de Amonio 1N pH 7.0
Calcáreo CaCO ₃ (%)	4.98	Bajo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000
C.I.C (meq/100 g)	4.12	Muy bajo	Método del Acetato de Amonio, 1N, pH 7.0
Ca (meq/100 g)	4.18	Alto	Saturación con Acetato de Amonio 1N pH 7.0. Lectura en Espectrofotómetro
Mg (meq/100 g)	0.61	Bajo	Extracción con Acetato de Amonio 1N pH 7.0.
K (meq/100 g)	0.49	Bajo	Extracción con Acetato de Amonio 1N pH 7.0.
Na (meq/100 g)	0.15	Bajo	Extracción con Acetato de Amonio 1N pH 7.0.
C.E (dS/m)	0.53	Bajo	Lectura de Extracto Acuoso en la Relación Suelo -Agua 1:1
pH	8.21	Alcalino	Medida en el Potenciómetro de la Suspensión Suelo-Agua 1:1

Fuente: Laboratorio V&C LAB Laboratorio Agroambiental

El análisis químico del suelo señala que el contenido de materia orgánica es muy bajo, que es característico de un suelo arenoso, por lo que se recomienda aplicar por lo que se recomienda aplicar enmiendas orgánicas.

El contenido de nitrógeno total es muy bajo, lo que puede ser un factor limitante para el crecimiento de la mayoría de los cultivos. El fósforo disponible es muy alto, lo que puede ser un problema ambiental si se lixivia. El potasio y el magnesio son bajos, lo que también puede ser un factor limitante para el crecimiento de algunos cultivos. El contenido de calcio es muy alto. El zinc es bajo, lo que puede ser un factor limitante para el crecimiento de algunos cultivos. La conductividad eléctrica indica un suelo sin problemas de sales.

2.5.3 Observaciones meteorológicas

Los datos meteorológicos corresponden desde el mes de junio hasta septiembre del 2023.

TABLA 4:
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

Mes	Temperatura °C		Humedad relativa (%)	Horas de sol
	Mínima	Máxima		
Junio	12.9	26.3	84.6	185.9
Julio	12.3	25.9	83.7	187.8
Agosto	12.7	26.5	82.6	195.1
Septiembre	13.1	28.4	78.2	170.7

Fuente: Estación meteorológica CO-TACAMA – SENAMHI – ICA, Latitud sur: 13° 59'59.1", Longitud oeste: 75° 43'14" - Altitud: 440 msnm

2.6 Manejo agronómico del cultivo

2.6.1 Preparación del terreno y tendido de cintas de riego:

Primero se realizó el gradeo con el terreno seco, posteriormente se hizo el rayado del campo para incorporar el guano de invernada, se usó 15 toneladas por hectárea, luego se niveló el terreno y se procedió a la formación de las camas para realizar el tendido de las cintas, el distanciamiento entre camas fue de 1.5 m.

Esta labor se realizó el 25 de mayo del 2023. Por cama se usaron 2 cintas, con un distanciamiento de 35 cm entre ellas; el caudal de los goteros era de 1 L/hora con un distanciamiento entre goteros de 20 cm, el tendido de cintas se realizó el 03 de junio del 2023, se realizó un riego pesado el 05 de junio.

2.6.2 Trasplante:

Se llevó a cabo el 06 de junio en horas de la mañana, con la ayuda de un rodillo con puntas que hicieron los huecos donde se colocaron los plantines de cebolla procedentes del almácigo, que fueron sumergidas en una solución con *Trichoderma harzianum* 2.4% y *Bacillus* spp. 1.2% a una dosis de 10 gramos por litro, alrededor de 1 minuto.

2.6.3 Deshierbes:

Los deshierbes se realizaron de forma manual, debido a la baja incidencia de malezas en el campo. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia fueron:

TABLA 5:
MALEZAS

Nombre común	Nombre científico
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Gramilla	<i>Cynodon dactylon</i>
Coquito	<i>Cyperus rotundus L.</i>
Chamico	<i>Datura stramonium</i>
Yuyo hembra	<i>Amaranthus spinosus</i>
Yuyo macho	<i>Amaranthus retrofractus</i>
Grana china	<i>Sorghum halapense</i>

2.6.4 Riegos

Se efectuaron riegos todos los días, como se indica en la tabla 6, en total se utilizó 11864 m³ de agua. Los primeros 15 días después del trasplante se regó en 3 turnos (1 hora por turno), luego del día 16 al 94 se bajó a 2 turnos (1 hora por turno), y finalmente del día 95 al 104 el riego fue de un solo turno (1 hora por turno).

TABLA 6:
CRONOGRAMA DE RIEGOS

Mes	De:	hasta	Días	Horas de riego/día	Total, de horas regadas	Volumen m ³ /hora/ha	Total, m ³ /ha
Junio	06/06/23	21/06/23	15	3	45	55.7	2506.5
Junio	22/06/23	30/06/23	9	2	18	55.7	1002.6
Julio	01/07/23	31/07/23	31	2	62	55.7	3453.4
Agosto	01/08/23	31/08/23	31	2	62	55.7	3453.4
Septiembre	01/09/23	09/09/23	8	2	16	55.7	891.2
Septiembre	10/09/23	20/09/23	10	1	10	55.7	557.0
TOTAL			104		213		11864.1

2.6.5 Fertilización

La aplicación de los fertilizantes fue diaria después del trasplante, mediante el sistema de riego y fertilización.

TABLA 7:
PROGRAMA DE FERTIRRIEGO SEMANAL

Semana	Tipo de fertilizante (kilos)								
	Urea	Nitrato de amonio	Ácido fosfórico	Cloruro de potasio	Nitrato de potasio	Nitrato de calcio	Sulfato de cobre	Sulfato de magnesio	Ácido bórico
1	15	15	21	20	30	18	1.2	6.25	0.6
2	36	20	24	20	30	24	1.2	12.5	0.6
3	50	20	30	20	30	24	1.2	12.5	0.6
4	50	25	30	30	40	24	1.2	12.5	0.6
5	50	25	60	30	40	24	1.2	18.75	0.6
6	40	25	50	40	40	30	1.2	18.75	0.6
7	40	25	50	40	40	30	1.2	18.75	0.6
8	40	25	15	40	40	30	1.2	18.75	0.6
9	40	20	15	30	30	30	1.2	18.75	0.6
10	40	10	10	30	30	30	1.2	0	0.6
11	30	10	0	30	20	20	1.2	0	0
12	30	10	0	30	15	20	1.2	0	0
13	30	10	0	30	15	20	1.2	0	0
TOTAL	491	240	305	390	400	324	15.6	137.5	6

La Tabla 7 muestra la forma como se aplicó semanalmente los fertilizantes durante la campaña del cultivo.

TABLA 8:
GASTO TOTAL DE UNIDADES DE FERTILIZACIÓN

Fertilizante	Total	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	B
Urea	491	225.9	-	-	-	-	-	-
Nitrato de amonio	240	79.2	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico	305	-	187.6	-	-	-	-	-
Cloruro de potasio	390	-	-	234.0	-	-	-	-
Nitrato de potasio	400	54.0	-	176.0	-	-	-	-
Nitrato de calcio	324	50.2	-	-	85.9	-	-	-
Sulfato de calcio	15.6	-	-	-	4.8	-	-	-
Sulfato de magnesio	137.5	-	-	-	-	37.1	27.5	-
Ácido bórico	6	-	-	-	-	-	-	1.1
		409.3	187.6	410.0	90.7	37.1	27.5	1.1

La Tabla 8 muestra la cantidad de fertilizante que se utilizó por hectárea. La fórmula de fertilización fue de 409.3 – 187.6 – 410.0 – 90.7 – 37.1 correspondientes a N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO.

2.6.6 Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario se basó en la prevención de plagas y enfermedades con aplicaciones calendarizadas.

TABLA 9:
CRONOGRAMA DEL MANEJO FITOSANITARIO

Días después del trasplante	Tipo de plaguicida	Ingrediente activo	Plaga o enfermedad objetivo
8	Insecticida	Methomyl	<i>Prodiplosis lonfigila - Agrotis ipsilon</i>
15	Insecticida	Profenofos	<i>Agrotis ipsilon - Prodiplosis lonfigila</i>
15	Fungicida	Mancoceb	<i>Peronospora destructor</i>
22	Insecticida	Imidacloprid	<i>Thrips tabaci - Agrotis</i>
29	Insecticida	Abamectina	<i>Trips tabaci - Prodiplosis longifila</i>
29	Fungicida	Clorotalonil	<i>Peronospora destructor - Alternaria porri</i>
36	Insecticida	Fipronil + Profenofos	<i>Liriomyza sp</i>
36	Fungicida	Azoxystrobin + Difenconazole	<i>Stemphylium sp.</i>
43	Insecticida	Spinetoram	<i>Thrips tabaci</i>
43	Fungicida	Iprodione	<i>Peronospora destructor</i>
50	Insecticida	Abamectina	<i>Trips, Heliothis</i>
50	Fungicida	Clorotalonil	<i>Alternaria porri</i>
57	Insecticida	Fipronil + Profenofos	<i>Thrips tabaci</i>
57	Fungicida	Boscalid + Pyraclostrobin	<i>Stemphylium sp.</i>
64	Insecticida	Cypermotrina	<i>Thrips tabaci</i>
64	Fungicida	Azoxystrobin + Difenconazole	<i>Alternaria porri</i>
71	Insecticida	Imidacloprid	<i>Thrips tabaci</i>
71	Insecticida	Abamectina	<i>Thrips tabaci</i>
71	Fungicida	Iprodione	<i>Alternaria porri</i>
78	Insecticida	Spinetoram	<i>Thrips tabaci</i>
78	Fungicida	Tebuconazole	<i>Peronospora destructor</i>
84	Insecticida	Cypermotrina	<i>Thrips tabaci</i>
84	Fungicida	Iprodione	<i>Peronospora destructor</i>
91	Insecticida	Methomyl	<i>Trips - Larvas lepidopteros</i>
91	Fungicida	Tebuconazole	<i>Peronospora destructor</i>

2.6.7 Aplicación de tratamientos:

Antes de iniciar las aplicaciones se procedió a marcar las parcelas experimentales y los bloques, utilizando el croquis de la “Figura 1”, a continuación, se calculó el gasto de agua y consistió en realizar un mojamiento en 20 metros lineales del cultivo, para lo cual se llenó la mochila a motor marca Jacto JP25 con 10 litros de sólo agua, finalmente se midió el agua sobrante en la mochila, que fue de 7.5 litros, el gasto por 20 metros lineales fue de 2.5 litros. Por regla de 3 simple el gasto por unidad experimental es de 6.5 litros.

Para la preparación de la solución “agua + producto” se procedió a llenar en un balde 10 litros de agua y se agregó la dosis para cada tratamiento indicada en la TABLA1, luego se volcó esta solución en la mochila a motor, finalmente se completó el agua hasta llenar 26 litros. No se usaron ablandadores, reguladores de pH, en las soluciones preparadas.

2.6.8 Metodología de toma de obtención de datos

Durante la cosecha se separaron los bulbos correspondientes a cada unidad experimental, luego se procedió a ensacar todos los bulbos y posteriormente se pesaron todos los sacos.

Luego se tomaron muestras de bulbos para su análisis en el laboratorio, cuando los bulbos de las cebollas ya estaban en los sacos, se tomaron al azar 5 sacos por unidad experimental y se sacaron 4 bulbos de cada saco para tener una muestra compuesta de 20 bulbos por unidad experimental. Cada tratamiento estaba formado por cuatro unidades experimentales, resultando 80 bulbos por tratamiento.

a) **Peso promedio del bulbo:**

Se pesaron individualmente los 80 bulbos (20 por cada bloque) muestreados por tratamiento con la ayuda de una balanza de precisión.

b) **Diámetro ecuatorial y polar:**

Se usaron los mismos 80 bulbos (20 por cada bloque) utilizados en la variable de peso promedio de bulbo, se midieron los calibres de los 80 bulbos muestreados por tratamiento con la ayuda de un vernier digital.

c) **Sólidos solubles totales (°Brix):**

Se usaron los mismos 20 bulbos (5 por cada bloque) utilizados en la variable de firmeza de bulbo, la medición de los sólidos solubles se llevó a cabo utilizando un refractómetro, proporcionando datos sobre la concentración de sustancias solubles en el bulbo.

d) **Materia seca:**

Se tomaron 20 muestras (5 por cada bloque), cada muestra tenía un peso inicial de 5 gramos que se colocó en papel para mantener la muestra aislada, las muestras se colocaron en un sobre por tratamiento para posteriormente llevar los sobres a una estufa de secado por 72 horas a una temperatura de 70 grados centígrados, aplicando un proceso

de deshidratación controlada para obtener resultados precisos sobre el contenido de materia seca en los bulbos.

e) Rendimiento del cultivo por hectárea:

Durante la cosecha se pesaron todos los bulbos de cada unidad experimental (85.17 m²) y con la regla de 3 simple se pasó a 10 000 m², para tener el rendimiento por hectárea.

f) Firmeza del bulbo:

Se usaron 20 bulbos (5 por cada bloque) muestreados por tratamiento con la ayuda de un penetrómetro de frutos.

g) La forma del bulbo:

Se usaron los mismos 80 bulbos (20 por cada bloque) utilizados en la variable de peso promedio de bulbo, con una escala visual se procedió a clasificar los bulbos por su forma

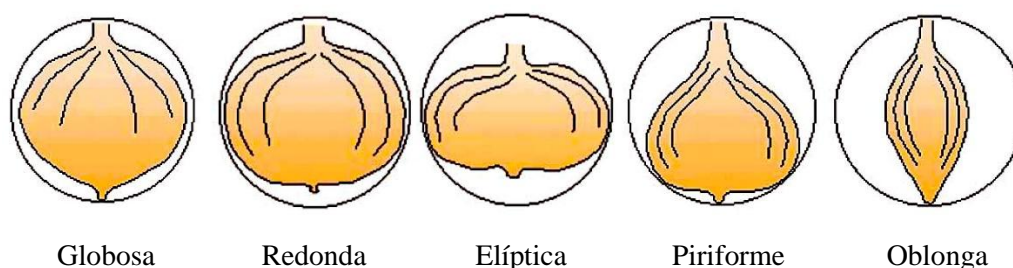


Figura 3. Forma del bulbo de la cebolla [42].

h) Pungencia:

Se usaron los mismos 20 bulbos (5 por cada bloque) utilizados en la variable de firmeza de bulbo, se cortó cada cebolla por la mitad y se procedió a oler y analizar la intensidad del olor característico por vía olfativa.

2.6.9 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de datos en la investigación:

- Balanza industrial de 300 kg de capacidad.
- Balanza de precisión marca Camry de capacidad de 2 kg.
- Vernier digital
- Escala visual (globosa, redonda, elíptica, piriforme y oblonga)
- Estufa de secado.
- Refractómetro digital Hanna HI96801 con capacidad de 2000 gramos/fuerza.
- Potenciómetro Hanna HI98130.
- Penetrómetro de frutos Wagner.

2.6.10 Procesamiento de datos

Para el ordenamiento de los datos se utilizó el programa Excel y para procesar los datos el programa estadístico Statgraphic Centurión 16.2.04.

2.7 Fechas de evaluación y aplicación

TABLA 10:
FECHA DE INSTALACION Y EVALUACIONES

Evento	Momento de ejecución
Trasplante	06/06/23
Marcado de campo experimental	09/06/23
Primera aplicación de tratamientos	04/07/23
Segunda aplicación de tratamientos	18/07/23
Tercera aplicación de tratamientos	01/08/23
Cuarta aplicación de tratamientos	15/08/23
Cosecha, evaluación de rendimiento y toma de muestras	25/09/23
Evaluación en laboratorio	26/09/23

- Cosecha

Las plantas son arrancadas del suelo y se cubren con sus hojas para que no queden expuestos al sol, esto puede durar de 4 a 7 días, luego que las hojas se secan se procede a cortar la raíz y las hojas secas, finalmente se procede a ensacar los bulbos.

III. RESULTADOS

A continuación, se presentan e interpretan los resultados obtenidos en la investigación.

3.1 Peso promedio del bulbo (g)

TABLA 11:
ANOVA PARA EL PESO DEL BULBO POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	45 406.90	5	9 081.38	7.78	2.21	0.00	**
Bloque	7 507.99	3	2 502.66	2.14	2.61	0.09	NS
Residuos	549 996.00	471	1 167.72				
Total	602 911.00	479					

Coefficiente de variación: 20.0 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 11, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el peso promedio de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación con los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor mayor a 0.05 y un F calculado menor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente un bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques. En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 20.0%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 12:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN PARA EL PESO DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (gramos)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	191.58	a	1
T3	Auxinas + Citoquininas	186.53	ab	1
T4	Brasinoesteroides	177.39	bc	2
T1	Extracto de algas	176.21	bc	2
T2	Aminoácidos	170.58	cd	3
T0	Testigo absoluto	162.06	d	3

La Tabla 12, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por los grupos homogéneos “a” y “ab” correspondientes a el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) y el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas).

El orden de mérito número 2 está formado por el grupo homogéneo “bc” y está compuesto por los tratamientos T4 (Brasinoesteroides) y el tratamiento T1 (Extracto de algas). Finalmente, el orden de mérito número 3, constituido por los grupos homogéneos “cd” que corresponde al tratamiento T2 (Aminoácidos) y el grupo “d” con el tratamiento T0 (Testigo absoluto).

TABLA 13:
RESUMEN ESTADISTICO PARA EL PESO DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (gramos)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de variación
T0	Testigo absoluto	162.06	-	35.61	21.97%
T1	Extracto de algas	176.21	+ 8.73 %	34.37	19.50%
T2	Aminoácidos	170.58	+ 5.26 %	25.73	15.08%
T3	Auxinas + Citoquininas	186.53	+ 15.10 %	29.81	15.98%
T4	Brasinoesteroides	177.39	+ 9.46 %	34.75	19.59%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	191.58	+ 18.21 %	43.01	22.45%
TOTAL		177.39		35.48	20.00%

En la Tabla 13 se presenta los promedios del peso de los bulbos por tratamiento y el promedio general que es 177.39 gramos, en la siguiente columna se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto), los resultados nos indican que todos los tratamientos tienen un efecto positivo frente al T0 (Testigo absoluto), destacando los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +18.21% y el T3 (Auxinas + Citoquininas) con +15.10%.

También en la tabla se muestra la desviación estándar general que es 35.48. El coeficiente de variación total es del 20%, es menor al 30%, indicando calidad en los datos y aumentando la confianza en la estabilidad de los resultados.

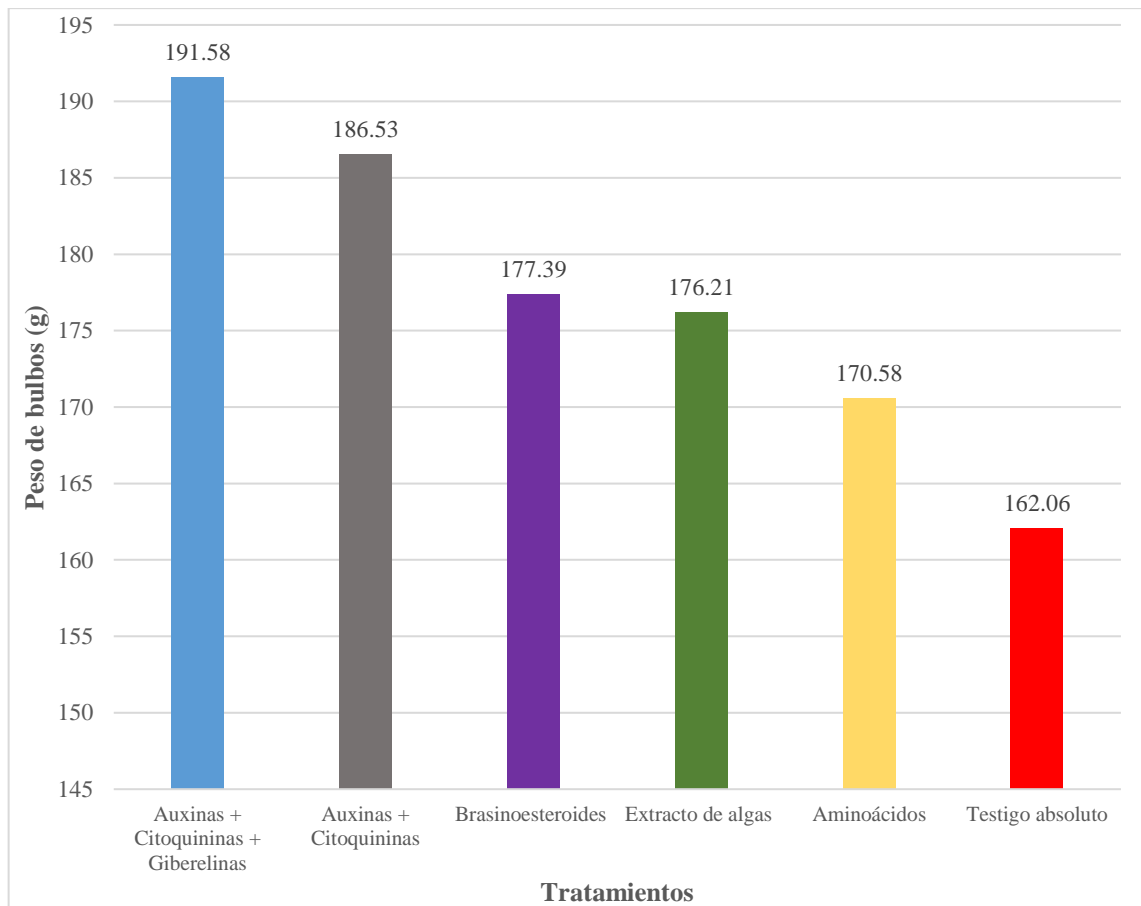


Figura 4. Peso promedio del bulbo

Se puede observar en la Figura 4, que el tratamiento con mayor peso promedio de bulbo es el T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 191.58 gramos, luego continúa el T3 (Auxinas + Citoquininas) con 186.53 gramos, luego el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 177.39 gramos, continúa el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 176.21 gramos, seguidamente el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 170.58 gramos y finalmente el tratamiento T0 (Testigo absoluto), que reporto 162.06 g.

3.2 Diámetro ecuatorial del bulbo (cm)

TABLA 14:
ANOVA PARA EL DIAMETRO ECUATORIAL DEL BULBO POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	11.46	5	2.29	6.93	2.21	0.00	**
Bloque	65.93	3	21.98	66.42	2.61	0.00	**
Residuos	155.85	471	0.33				
Total	233.23	479					

Coefficiente de variación: 10.0 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 14, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el diámetro ecuatorial de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 10.0%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 15:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN DEL DIAMETRO ECUATORIAL DEL BULBO

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (cm)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	7.24	a	1
T3	Auxinas + Citoquininas	7.06	ab	1
T4	Brasinoesteroides	7.04	b	2
T2	Aminoácidos	6.93	bc	2
T1	Extracto de algas	6.87	bc	2
T0	Testigo absoluto	6.75	c	3

La Tabla 15, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por los grupos homogéneos “a” y “ab” correspondientes a el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) y el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas).

El orden de mérito número 2 está formado por los grupos homogéneos “b” y “bc” y están compuestos por los tratamientos T4 (Brasinoesteroides), T2 (Aminoácidos) y el T1 (Extracto de algas). Finalmente, el orden de mérito número 3, constituido por el grupo homogéneo “c” formado por el tratamiento T0 (Testigo absoluto).

TABLA 16:
RESUMEN ESTADISTICO DEL DIAMETRO ECUATORIAL DEL BULBO

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (cm)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	6.75	-	0.68	10.12%
T1	Extracto de algas	6.87	+ 1.73 %	0.68	9.97%
T2	Aminoácidos	6.93	+ 2.66 %	0.80	11.53%
T3	Auxinas + Citoquininas	7.06	+ 4.56 %	0.61	8.67%
T4	Brasinoesteroides	7.04	+ 4.29 %	0.68	9.60%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	7.24	+ 7.19 %	0.63	8.77%
TOTAL		6.98		0.70	10.00%

En la Tabla 16 muestra el resumen estadístico, donde se observa el promedio del diámetro ecuatorial del bulbo por cada tratamiento y el diámetro ecuatorial promedio de todos los tratamientos.

En la siguiente columna se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto), los resultados nos indican que todos los tratamientos tienen un efecto positivo frente al T0 (Testigo absoluto), destacando los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +7.19%, el T3 (Auxinas + Citoquininas) con +4.56% y el T4 (Brasinoesteroides) con +4.29%.

También se muestra la desviación estándar de cada tratamiento, indicándonos que hay una baja variabilidad debido a que los valores están muy cerca del promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 10%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

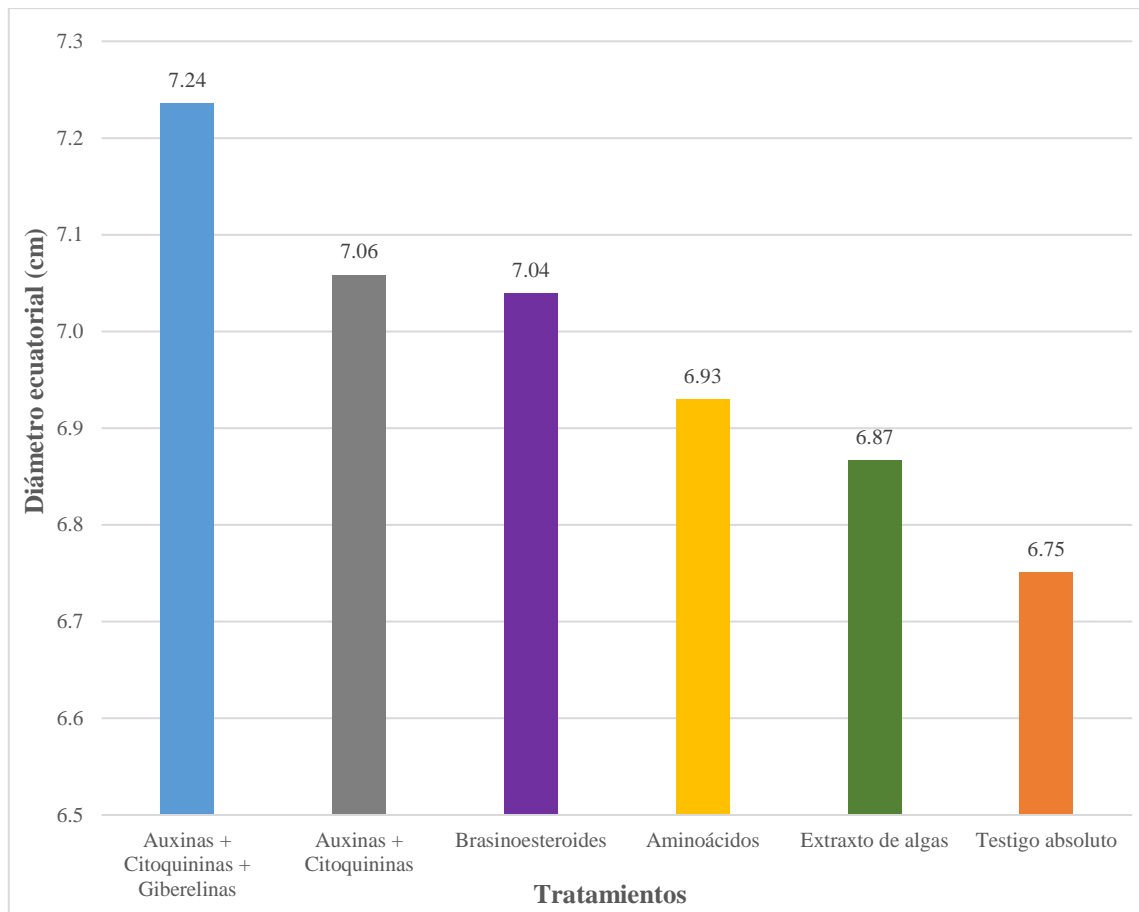


Figura 5. Diámetro ecuatorial del bulbo

Se puede observar en la Figura 5, que el tratamiento con mayor diámetro ecuatorial de bulbo es el T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 7.24 centímetros, luego continúa el T3 (Auxinas + Citoquininas) con 7.06 centímetros, luego el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 7.04 centímetros, continúa el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 6.93 centímetros, prosigue el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 6.87 centímetros, y finalmente el tratamiento T0 (Testigo absoluto), que reporto 6.75 centímetros.

3.3 Diámetro polar del bulbo (cm)

TABLA 17:
ANOVA PARA EL DIAMETRO POLAR DEL BULBO POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	44.82	5	8.96	16.28	2.21	0.00	**
Bloque	12.22	3	4.07	7.40	2.61	0.00	**
Residuos	259.44	471	0.55				
Total	316.48	479					

Coefficiente de variación: 12.5 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 17, muestra el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el diámetro polar de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos

Para el factor “Bloque”, presenta un valor de P-valor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que indicando que al menos un bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 12.5%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 18:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN DEL DIÁMETRO POLAR DEL BULBO

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (cm)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	6.93	a	1
T4	Brasinoesteroides	6.85	a	1
T2	Aminoácidos	6.50	b	2
T3	Auxinas + Citoquininas	6.44	b	2
T0	Testigo absoluto	6.16	c	3
T1	Extracto de algas	6.14	c	3

La Tabla 18, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por el grupo homogéneo “a” formado los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) y el T4 (Brasinoesteroides). El orden de mérito número 2 está formado por el grupo homogéneo “b” y está compuesto por el tratamiento T2 (Aminoácidos) y el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas). Finalmente, el orden de mérito número 3, constituido por el grupo homogéneo “c” formado por el tratamiento T0 (Testigo absoluto) y el tratamiento T1 (Extracto de algas).

TABLA 19:
RESUMEN ESTADISTICO DEL DIÁMETRO POLAR DEL BULBO

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (cm)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	6.16	-	0.65	10.55%
T1	Extracto de algas	6.14	- 0.36 %	0.65	10.54%
T2	Aminoácidos	6.50	+ 5.53 %	0.68	10.47%
T3	Auxinas + Citoquininas	6.44	+ 4.62 %	0.71	10.99%
T4	Brasinoesteroides	6.85	+ 11.16 %	0.81	11.79%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	6.93	+ 12.60 %	0.99	14.29%
TOTAL		6.50		0.81	12.50%

En la Tabla 19 muestra el resumen estadístico, donde se observa el promedio del diámetro polar del bulbo por cada tratamiento y el diámetro polar promedio de todos los tratamientos.

En la siguiente columna de la derecha se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto), los resultados nos indican que todos los tratamientos con excepción del tratamiento T1 (Extracto de algas) tuvieron un efecto positivo frente al T0 (Testigo absoluto), destacando los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +12.60% y el T4 (Brasinoesteroides) con +11.16%.

También se muestra la desviación estándar de cada tratamiento, indicándonos que hay una baja variabilidad debido a que los valores de cada tratamiento están muy cerca del promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 12.5%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

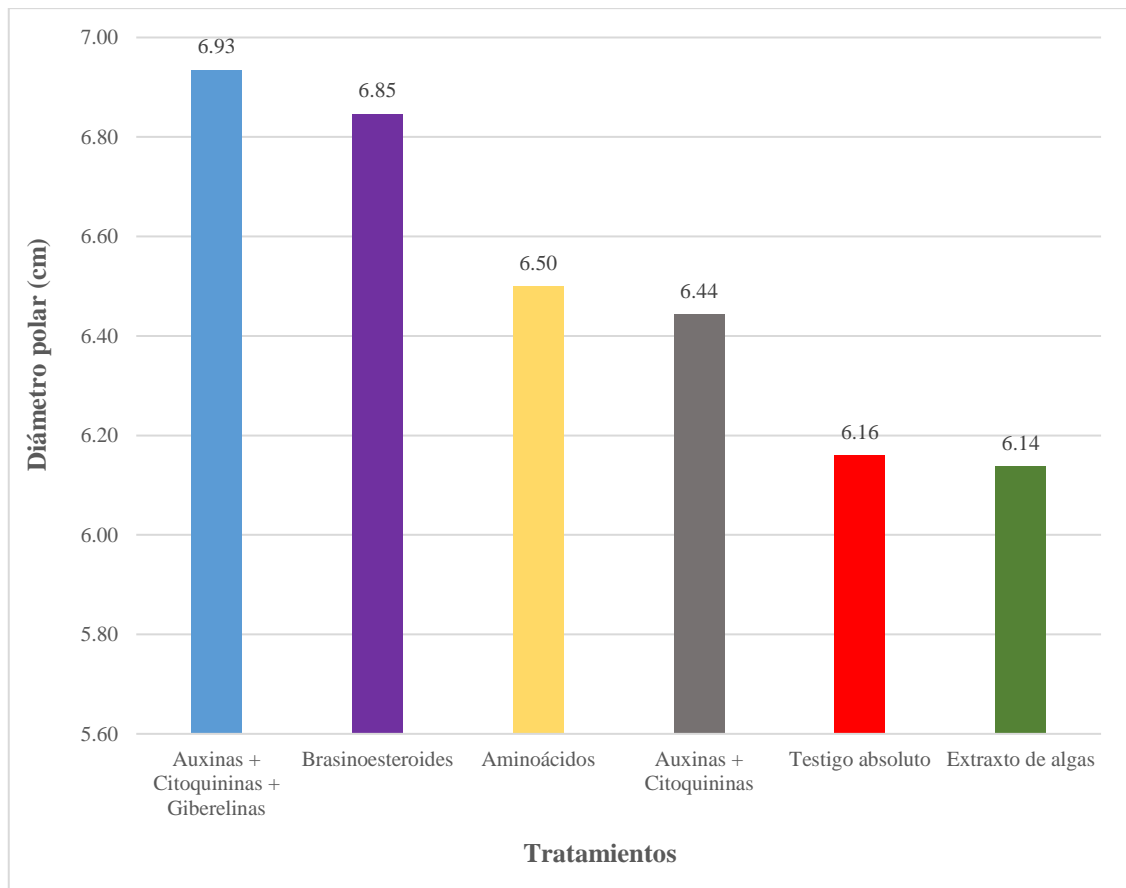


Figura 6. Diámetro polar del bulbo

Se puede observar en la Figura 6, que el tratamiento con mayor diámetro ecuatorial de bulbo es el T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 6.93 centímetros, luego el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 6.85 centímetros, continua el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 6.50 centímetros, prosigue el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con 6.44 centímetros, después tratamiento T0 (Testigo absoluto) con 6.16 centímetros y finalmente el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 6.14 centímetros.

3.4 Porcentaje de materia seca (%)

TABLA 20:
ANOVA PARA EL PORCENTAJE DE MATERIA SECA (%) POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	74.70	5	14.94	3.92	2.31	0.00	**
Bloque	17.76	3	5.92	1.55	2.70	0.20	NS
Residuos	423.03	111	3.81				
Total	515.49	119					

Coeficiente de variación: 29.03 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 20, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el porcentaje de la materia seca de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor mayor a 0.05 y un F calculado menor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente que ningún bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 12.5%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 21:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA, (%)

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (%)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T0	Testigo absoluto	8.64	a	1
T4	Brasinoesteroides	7.70	ab	1
T1	Extracto de algas	6.91	bc	2
T3	Auxinas + Citoquininas	6.85	bc	2
T2	Aminoácidos	6.70	bc	2
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	6.22	c	3

La Tabla 21, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por el grupo homogéneo “a” formado el tratamiento T0 (Testigo absoluto) y el grupo homogéneo “ab” formado por el tratamiento T4 (Brasinoesteroide). El orden de mérito 2 está formado por el grupo homogéneo “bc” que está constituido por el tratamiento T1 (Extracto de algas), el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) y el tratamiento T2 (Aminoácidos). El orden de mérito 3 está formado por el grupo homogéneo “c”, incluye el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas).

TABLA 22:
RESUMEN ESTADISTICO DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA (%)

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (%)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	8.64	-	1.92	22.25%
T1	Extracto de algas	6.91	- 20.02 %	2.00	28.87%
T2	Aminoácidos	6.70	- 22.45 %	1.97	29.43%
T3	Auxinas + Citoquininas	6.85	- 20.72 %	2.02	29.56%
T4	Brasinoesteroides	7.70	- 10.88 %	2.17	28.20%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	6.22	- 28.01 %	1.68	27.00%
TOTAL		7.17		2.08	29.03%

En la Tabla 22 muestra el resumen estadístico, donde se observa el porcentaje de la materia seca de los bulbos por cada tratamiento donde se muestra que el tratamiento T0 (Testigo absoluto) tiene al mayor porcentaje de materia seca con 8.64% es el valor más alto, mientras que el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) tiene un porcentaje de materia seca de 6.22% siendo el valor más bajo.

La desviación estándar de cada tratamiento nos indica que hay una variabilidad media pero que está cercano al promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 29.03%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

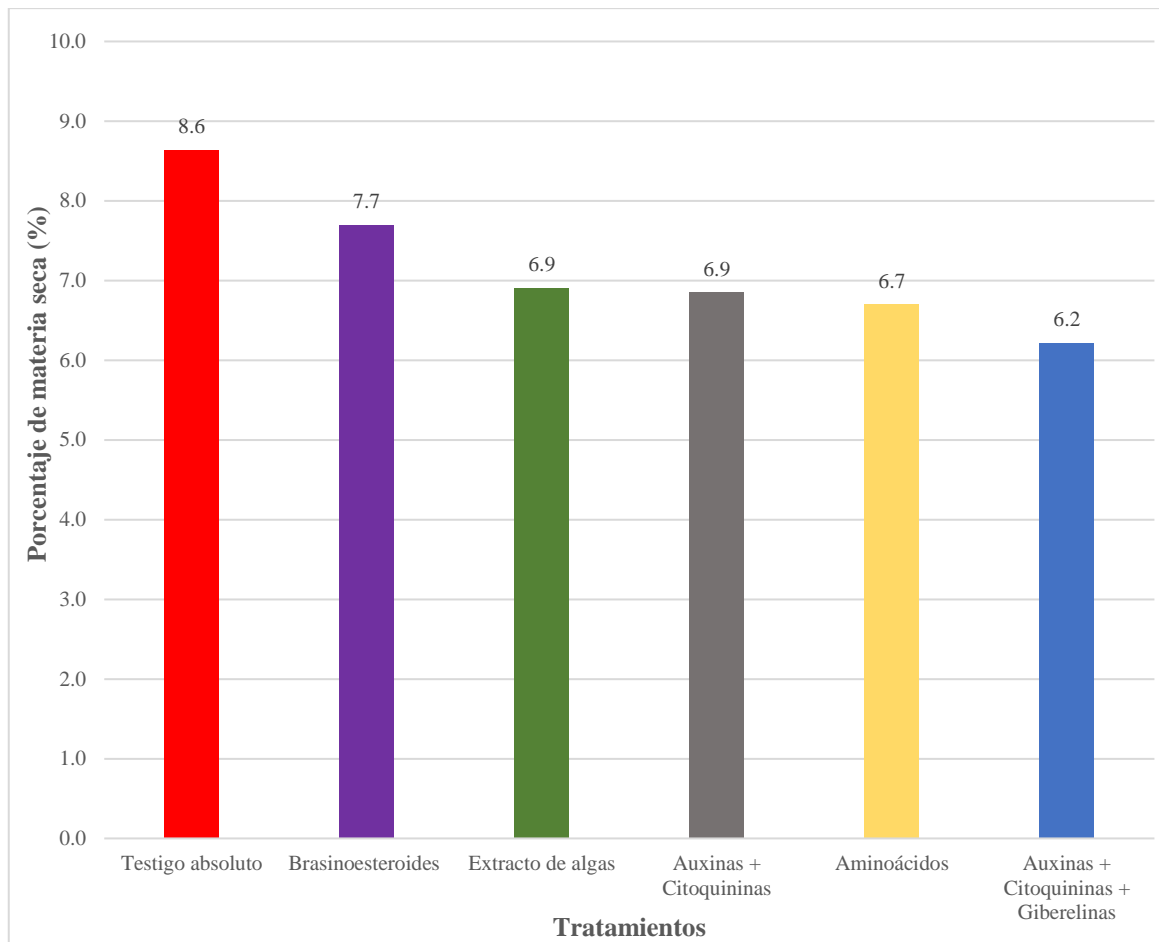


Figura 7. Porcentaje de materia seca

Se puede observar en la Figura 7, que el tratamiento con mayor porcentaje de materia seca es el tratamiento T0 (Testigo absoluto) con un 8.6%, seguido del tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 7.7%, continúa el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 6.9%, sigue el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con 6.9%, luego el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 6.7% y finalmente el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 6.2%.

3.5 Sólidos solubles Totales (°Brix)

TABLA 23:
ANOVA PARA LOS SOLIDOS SOLUBLES TOTALES DE LOS BULBOS POR
TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	3.90	5	0.78	6.53	2.37	0.00	**
Bloque	0.02	3	0.01	0.07	2.76	0.98	NS
Residuos	7.53	63	0.12				
Total	11.45	71					

Coefficiente de variación: 5.14 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 23, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el “total de sólidos solubles” de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor mayor a 0.05 y un F calculado menor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente que ningún bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 5.14%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 24:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES DE LOS
BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (°Brix)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T3	Auxinas + Citoquininas	8.07	a	1
T0	Testigo absoluto	8.03	a	1
T1	Extracto de algas	7.91	ab	1
T2	Aminoácidos	7.80	ab	1
T4	Brasinoesteroides	7.63	bc	2
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	7.40	c	3

La Tabla 24, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por los grupos homogéneos “a” compuesto por el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) y el tratamiento T0 (Testigo absoluto) y el grupo homogéneo “ab” integrado por el tratamiento T1 (Extracto de algas) y el tratamiento T2 (Aminoácidos).

El orden de mérito 2 está constituido por el grupo homogéneo “bc”, formado por el tratamiento T4 (Brasinoesteroides). Finalmente tenemos el orden de mérito 3, compuesto por el grupo homogéneo “c” en el cual figura el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas).

TABLA 25:
RESUMEN ESTADISTICO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (°Brix)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	8.03	-	0.52	6.44%
T1	Extracto de algas	7.91	- 1.56 %	0.33	4.16%
T2	Aminoácidos	7.80	- 2.90 %	0.32	4.09%
T3	Auxinas + Citoquininas	8.07	+ 0.42 %	0.34	4.17%
T4	Brasinoesteroides	7.63	- 4.98 %	0.25	3.23%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	7.40	- 7.88 %	0.19	2.51%
TOTAL		7.81		0.40	5.14%

En la Tabla 25 muestra el resumen estadístico para los “sólidos solubles totales de los bulbos”, donde se observa el promedio por cada tratamiento, se muestra que el tratamiento T0 (Testigo absoluto) tiene al mayor nivel de “sólidos solubles totales de los bulbos” con 8.03, es el valor más alto, mientras que el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) tiene el nivel de “sólidos solubles totales de los bulbos” de 7.40 siendo el valor más bajo. En la siguiente columna de la derecha se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto).

La desviación estándar de cada tratamiento nos indica que hay una variabilidad media pero que está cercano al promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 5.14%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

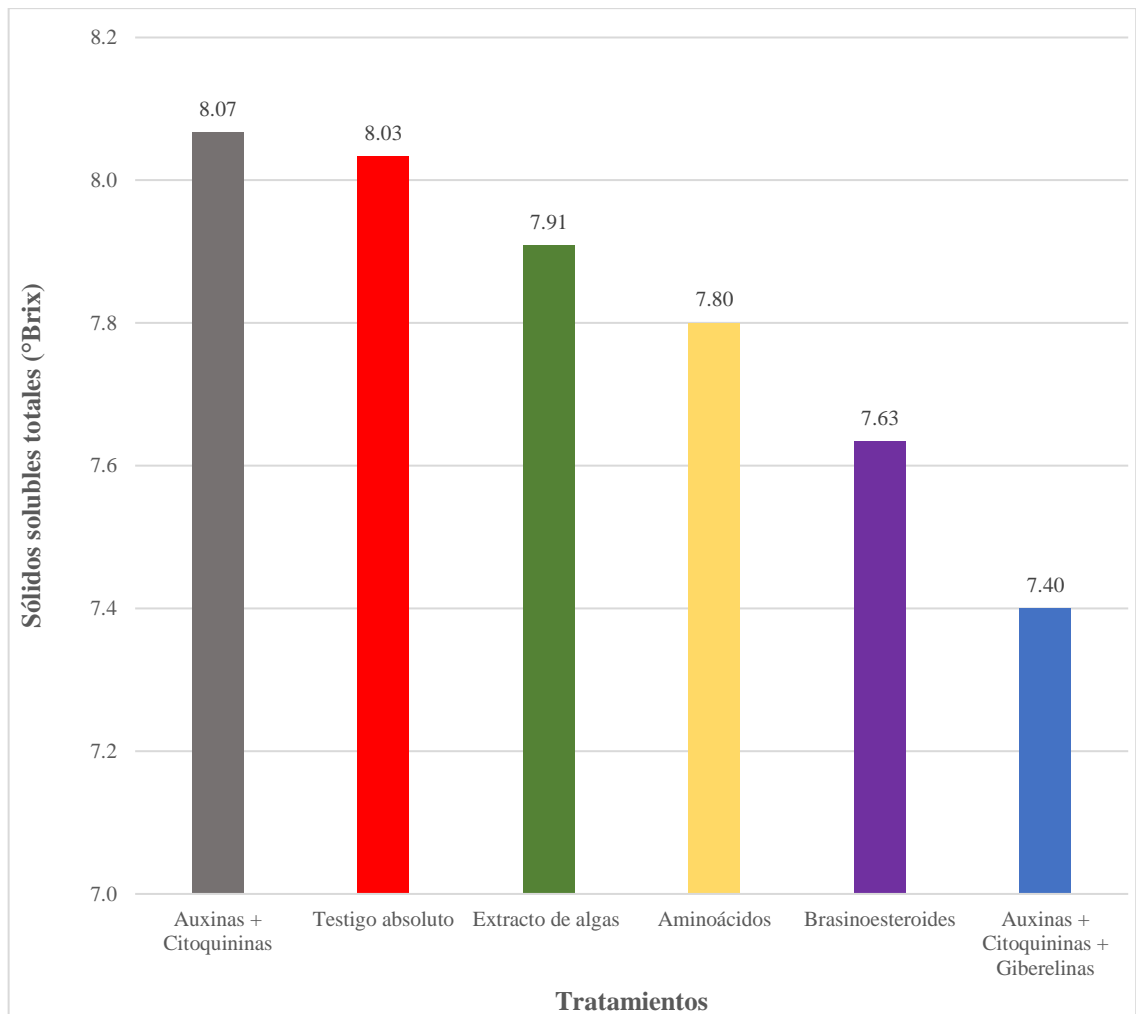


Figura 8. Sólidos solubles totales de los bulbos

Se puede observar en la Figura 8, que el tratamiento con mayor nivel de “sólidos solubles totales de los bulbos” es el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con 8.07 °Brix, luego sigue el tratamiento T0 (Testigo absoluto) con 8.03 °Brix, continúa el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 7.91 °Brix, después está el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 7.80 °Brix, luego está el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 7.63 °Brix y finalmente el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 7.40 °Brix.

3.6 pH de los bulbos

TABLA 26:
ANOVA DEL pH DE LOS BULBOS, POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla	Valor P	Sig.
Principales					0.95		
Tratamiento	0.09	5	0.02	5.84	2.33	0.00	**
Bloque	0.01	3	0.00	1.37	2.72	0.26	NS
Residuos	0.19	63	0.00				
Total	0.29	71					

Coefficiente de variación: 1.27 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 26, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre el “pH” de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor mayor a 0.05 y un F calculado menor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente que ningún bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 1.27%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 27:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN DEL pH DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (pH)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T3	Auxinas + Citoquininas	5.09	a	1
T2	Aminoácidos	5.03	b	2
T4	Brasinoesteroides	5.03	b	2
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	5.03	b	2
T0	Testigo absoluto	5.02	bc	2
T1	Extracto de algas	4.97	c	3

La Tabla 27, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por el grupo homogéneo “a” compuesto por el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas). El orden de mérito 2 está constituido por los grupos homogéneos “b” constituido por los tratamientos T2 (Aminoácidos), T4 (Brasinoesteroide) y T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas), y el grupo homogéneo “bc” formado por el tratamiento T0 (Testigo absoluto). Finalmente, el orden de mérito 3 está formado por el grupo homogéneo “c” que tiene el tratamiento T1 (Extracto de algas).

TABLA 28:
RESUMEN ESTADISTICO DEL pH DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (pH)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	5.02	-	0.03	0.64%
T1	Extracto de algas	4.97	- 0.85 %	0.04	0.81%
T2	Aminoácidos	5.03	+ 0.30 %	0.04	0.84%
T3	Auxinas + Citoquininas	5.09	+ 1.53 %	0.07	1.35%
T4	Brasinoesteroides	5.03	+ 0.30 %	0.09	1.77%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	5.03	+ 0.18 %	0.04	0.70%
TOTAL		5.03		0.06	1.27%

En la Tabla 28 muestra el resumen estadístico para el “pH de los bulbos” donde se observa el promedio por cada tratamiento, se muestra que el tratamiento T0 (Testigo absoluto) tiene al mayor nivel de “el pH de los bulbos” con 5.02, es el valor más alto, mientras que el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) tiene el nivel de “el pH de los bulbos” de 5.03 siendo el valor más bajo. En la siguiente columna de la derecha se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto).

La desviación estándar de cada tratamiento nos indica que hay una variabilidad media pero que está cercano al promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 1.27%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

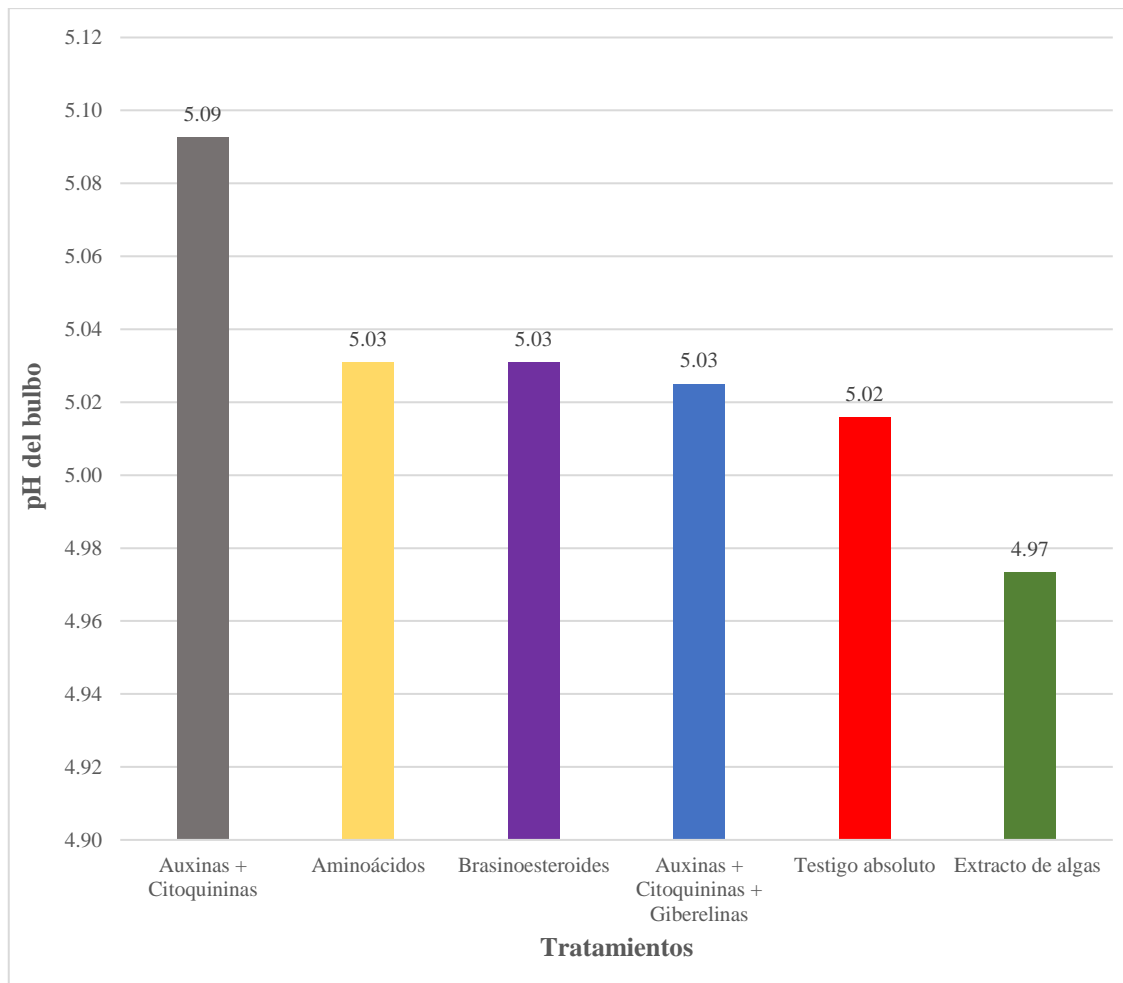


Figura 9. pH de los bulbos

Se puede observar en la Figura 9, que el tratamiento con mayor nivel de “pH de los bulbos” es el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con un pH de 5.09, luego sigue el tratamiento T2 (Aminoácidos) con un pH de 5.03, a continuación, el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con un pH de 5.03, luego el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con un pH de 5.03, después está el tratamiento T0 (Testigo absoluto) con un pH de 5.02 y finalmente el tratamiento T1 (Extracto de algas) con un pH de 4.97.

3.7 Firmeza de los bulbos de cebolla (g/f)

TABLA 29:

ANOVA DE LA FIRMEZA DE LOS BULBOS, POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	36688.20	5	7337.63	3.77	2.31	0.00	**
Bloque	3934.47	3	1311.49	0.67	2.70	0.57	NS
Residuos	215891.00	111	1944.97				
Total	256514.00	119					

Coefficiente de variación: 6.40 %

NS: No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La Tabla 29, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre la firmeza de los bulbos de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor mayor a 0.05 y un F calculado menor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente que ningún bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 6.40%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 30:

PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN DE LA FIRMEZA DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (gramo/fuerza)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T4	Brasinoesteroides	753.55	a	1
T1	Extracto de algas	736.50	ab	1
T3	Auxinas + Citoquininas	733.00	ab	1
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	714.50	b	2
T2	Aminoácidos	706.50	b	2
T0	Testigo absoluto	705.75	b	2

La Tabla 30, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por los grupos homogéneos “a” compuesto por el tratamiento T4 (Brasinoesteroide) y el grupo homogéneo “ab” compuesto por los tratamientos T1 (Extracto de algas) y el T3 (Auxinas + Citoquininas).

El orden de mérito 2 está formado por el grupo homogéneo “b” y está integrado por los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas), T2 (Aminoácidos) y el T0 (Testigo absoluto).

TABLA 31:
RESUMEN ESTADISTICO DE LA FIRMEZA DE LOS BULBOS

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (gramos/ fuerza)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	705.75	-	23.36	3.31%
T1	Extracto de algas	736.50	4.36 %	35.28	4.79%
T2	Aminoácidos	706.50	0.11 %	14.24	2.02%
T3	Auxinas + Citoquininas	733.00	3.86 %	45.08	6.15%
T4	Brasinoesteroides	753.55	6.77 %	79.02	10.49%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	714.50	1.24 %	36.05	5.05%
TOTAL		724.97		46.43	6.40%

En la Tabla 31 muestra el resumen estadístico para la “firmeza de los bulbos” donde se observa el promedio por cada tratamiento, se muestra que el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) tiene el mayor nivel de “firmeza de los bulbos” con 753.55 gramos/fuerza, es el valor más alto, mientras que el tratamiento T0 (testigo absoluto) tiene el nivel de “firmeza de los bulbos” de 705.75 gramos/fuerza, siendo el valor más bajo. La desviación estándar de cada tratamiento nos indica que hay una variabilidad media pero que está cercano al promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 6.40%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

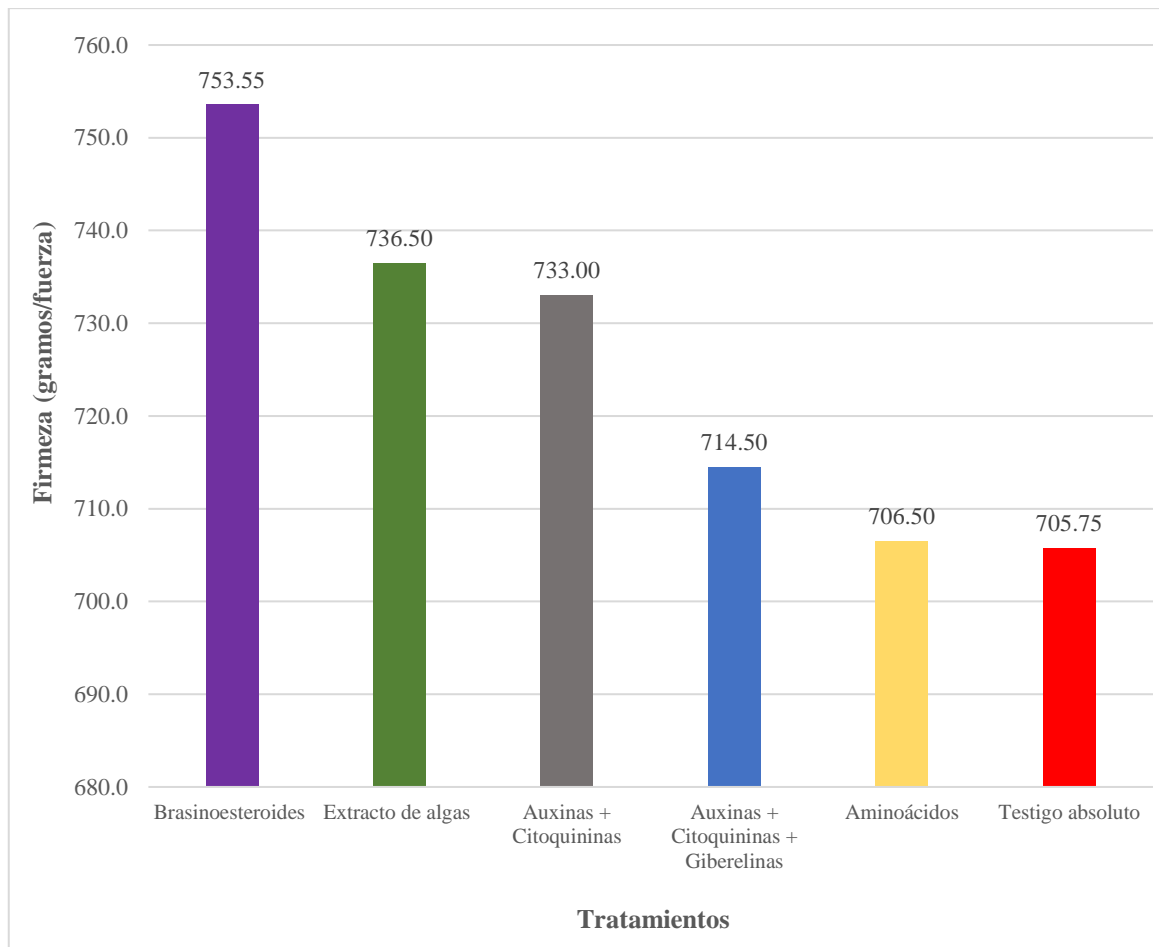


Figura 10. Firmeza del bulbo

En la Figura 10 se muestran los niveles de firmeza de los bulbos de los tratamientos ordenados de mayor a menor de izquierda a derecha. El tratamiento con el mayor nivel de firmeza es el tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 753.55 gramos/fuerza, continúa el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 736.50 gramos/fuerza, sigue el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con 733.00 gramos/fuerza, continúa el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 714.50 gramos/fuerza, luego está el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 706.50 gramos/fuerza y finalmente el tratamiento T0 (testigo absoluto) con 705.75 gramos/fuerza.

3.8 Rendimiento del cultivo por hectárea (Tn)

TABLA 32:
ANOVA PARA EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (Ha) POR TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Fuentes Principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F cal.	F tabla 0.95	Valor P	Sig.
Tratamiento	111.34	5	22.27	16.05	2.64	0.00	**
Bloque	29.59	3	9.86	7.11	3.03	0.00	**
Residuos	20.81	15	1.39				
Total	161.74	23					
Coeficiente de variación: 8.51 %							
NS: No significativo		* Significativo		** Altamente significativo			

La Tabla 32, presenta el análisis de varianza (ANOVA) en donde se evalúa el efecto de los factores Tratamiento y Bloques sobre rendimiento por hectárea del cultivo de cebolla. Los resultados muestran que el factor “Tratamiento” tiene un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que estadísticamente al menos un tratamiento tiene diferencia significativa en relación a los demás tratamientos.

Para el factor “Bloque”, presenta un P-valor menor a 0.05 y un F calculado mayor al F de la tabla de Fisher, lo que significa que al menos un bloque tiene diferencia significativa en relación a los demás bloques.

En la parte inferior la tabla nos muestra el coeficiente de variación con un valor de 8.51%, indicándonos que el conjunto de datos de las evaluaciones es homogéneo.

TABLA 33:
PRUEBA MÚLTIPLE DE RANGOS DE DUNCAN RENDIMIENTO DEL CULTIVO (Ha)

Tratamiento	Ingrediente activo	Media (Toneladas)	Grupos homogéneos	Orden de mérito
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	33.35	a	1
T3	Auxinas + Citoquininas	32.90	ab	1
T4	Brasinoesteroides	32.68	ab	1
T1	Extracto de algas	31.28	b	2
T2	Aminoácidos	29.38	c	3
T0	Testigo absoluto	27.35	d	4

La Tabla 33, presenta los grupos homogéneos, donde tratamientos con la misma letra se consideran estadísticamente iguales. El orden de mérito número 1 está formado por los grupos homogéneos “a” compuesto por el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) y el grupo homogéneo “ab” compuesto por los tratamientos T3 (Auxinas + Citoquininas) y el T4 (Brasinoesteroide).

El orden de mérito 2 está formado por el grupo homogéneo “b” y lo forma el tratamiento T1 (Extracto de algas). El orden de mérito 3 está formado por el grupo homogéneo “c” y lo forma el tratamiento T2 (Aminoácidos). El orden de mérito 4 está formado por el grupo homogéneo “d” y lo forma el tratamiento T0 (Testigo absoluto).

TABLA 34:
RESUMEN ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (Ha)

Tratamiento	Ingrediente activo	Promedio (Toneladas)	Comparativo con el T0	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
T0	Testigo absoluto	27.35	-	1.26	4.59%
T1	Extracto de algas	31.28	+ 14.35 %	2.18	6.98%
T2	Aminoácidos	29.38	+ 7.40 %	0.88	3.01%
T3	Auxinas + Citoquininas	32.90	+ 20.29 %	1.56	4.73%
T4	Brasinoesteroides	32.68	+ 19.47 %	2.16	6.60%
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	33.35	+ 21.94 %	1.61	4.83%
TOTAL		31.15		2.65	8.51%

En la Tabla 34 muestra el resumen estadístico para el rendimiento por hectárea del cultivo de cebolla. En la tabla se observa el promedio por cada tratamiento, se muestra que el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) tiene el mayor rendimiento del cultivo, con 33.35 toneladas por hectárea, siendo es el valor más alto, mientras que el tratamiento T0 (testigo absoluto) tiene el menor rendimiento del cultivo, con 27.35 toneladas por hectárea, siendo el valor más bajo. En la siguiente columna de la derecha se observa el comparativo en porcentaje de cada tratamiento con el T0 (Testigo absoluto).

La desviación estándar de cada tratamiento nos indica que hay una variabilidad media pero que está cercano al promedio. Además, el coeficiente de variación total es del 8.51%, indicando un valor aceptable, por debajo del 30%, indicando la toma de los datos de la presente investigación es confiable.

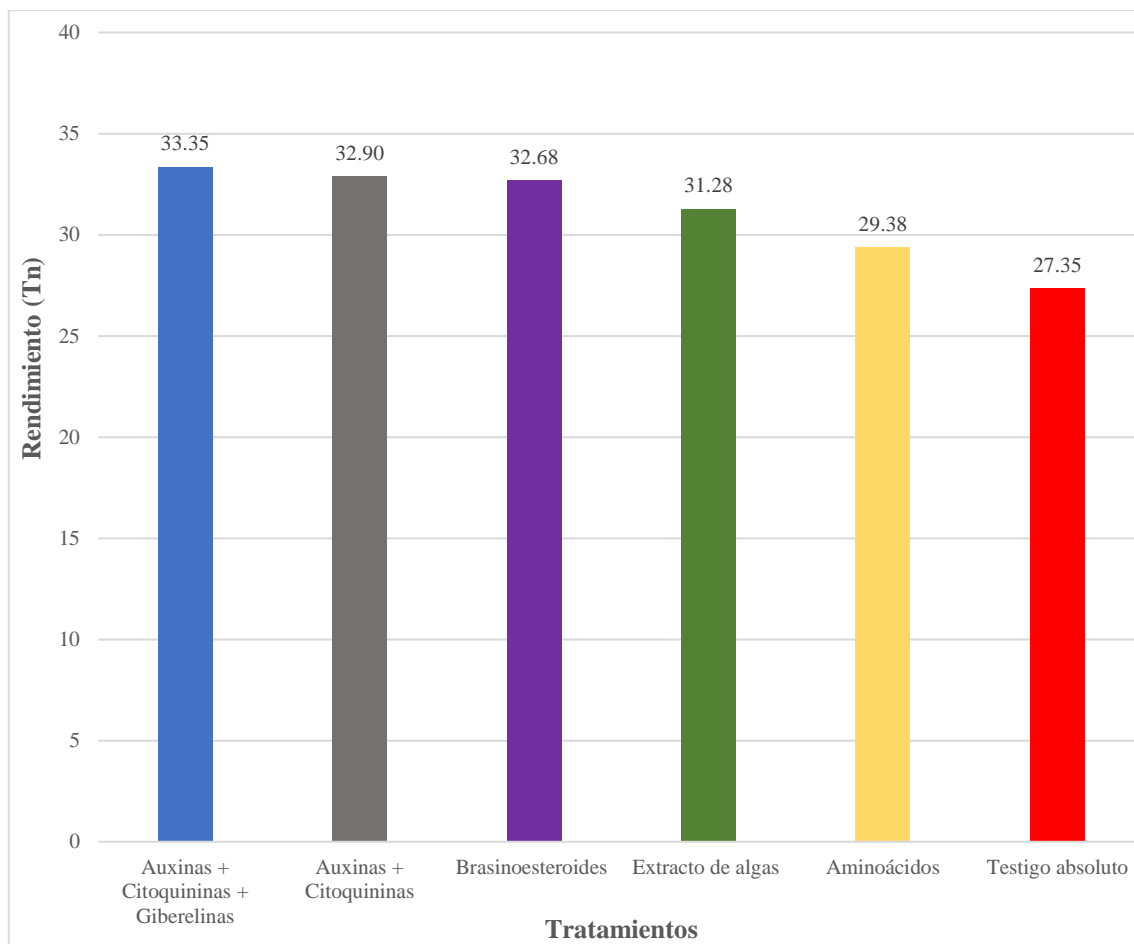


Figura 11. Rendimiento del cultivo por hectárea

En la Figura 11 se muestran los rendimientos por hectárea del cultivo de cebolla en cada tratamiento, están ordenados de mayor a menor de izquierda a derecha. El tratamiento con el mayor rendimiento por hectárea del cultivo de cebolla el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con 33.35 toneladas, continúa el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) con 32.90 toneladas.

El tratamiento T4 (Brasinoesteroides) con 32.68 toneladas, luego está el tratamiento T1 (Extracto de algas) con 31.28 toneladas, continúa el tratamiento T2 (Aminoácidos) con 29.38 toneladas y finalmente, el tratamiento T0 (testigo absoluto) con 27.35 toneladas.

3.9 Forma del bulbo de la cebolla

TABLA 35:
DISTRIBUCIÓN DE LA FORMA DE LOS BULBOS EVALUADOS POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Ingrediente activo	Bloque	Forma de los bulbos				
			Globosa	Redonda	Elíptica	Piriforme	Oblonga
T0	Testigo absoluto	I	8	11	1	0	0
		II	9	6	5	0	0
		III	9	9	2	0	0
		IV	7	10	3	0	0
		Total	33	36	11	0	0
T1	Extracto de algas	I	7	11	2	0	0
		II	8	11	1	0	0
		III	6	13	1	0	0
		IV	5	12	3	0	0
		Total	26	47	7	0	0
T2	Aminoácidos	I	14	4	1	1	0
		II	9	7	4	0	0
		III	10	6	4	0	0
		IV	10	6	4	0	0
		Total	43	23	13	1	0
T3	Auxinas + Citoquininas	I	3	13	4	0	0
		II	8	11	1	0	0
		III	9	6	5	0	0
		IV	10	7	3	0	0
		Total	30	37	13	0	0
T4	Brasinoesteroides	I	7	5	8	0	0
		II	6	9	4	0	1
		III	10	9	1	0	0
		IV	10	2	8	0	0
		Total	33	25	21	0	1
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	I	8	10	2	0	0
		II	9	11	0	0	0
		III	11	9	0	0	0
		IV	7	12	1	0	0
		Total	35	42	3	0	0

La Tabla 35 presenta la distribución de los bulbos evaluados por tratamiento, se observa que todos los tratamientos tienen una mayor concentración en las formas Globosas y redondas.

TABLA 36:
DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE FORMA DE LOS BULBOS POR
TRATAMIENTO

Tratamiento	Ingrediente activo	Globosa	Redonda	Elíptica	Piriforme	Oblonga
T0	Testigo absoluto	41.3 %	45.0 %	13.8 %	0.0 %	0.0 %
T1	Extracto de algas	32.5 %	58.8 %	8.8 %	0.0 %	0.0 %
T2	Aminoácidos	53.8 %	28.8 %	16.3 %	1.3 %	0.0 %
T3	Auxinas + Citoquininas	37.5 %	46.3 %	16.3 %	0.0 %	0.0 %
T4	Brasinoesteroides	41.3 %	31.3 %	26.3 %	0.0 %	1.3 %
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	43.8 %	52.5 %	3.8 %	0.0 %	0.0 %

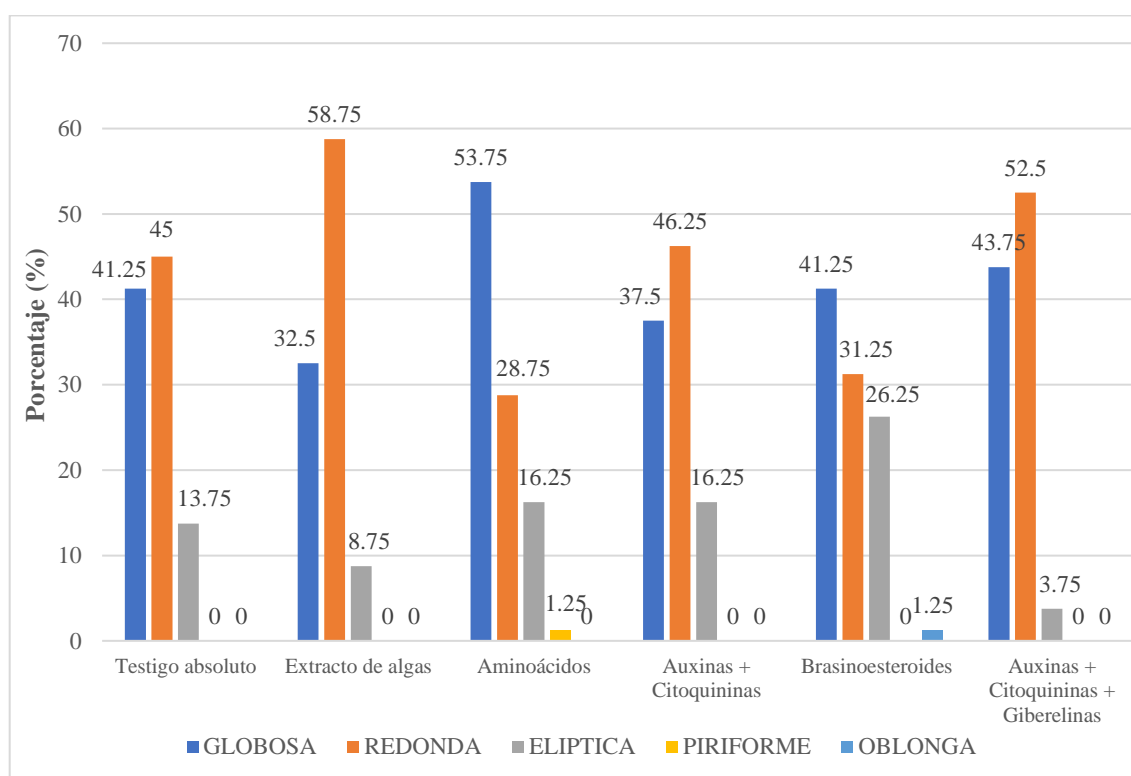


Figura 12. Distribución en porcentaje de la forma del bulbo por tratamiento

La Figura 12 muestra de izquierda a derecha, el tratamiento “Testigo absoluto” (T0) que tiene una predominancia de las formas de los bulbos entre globosa y redonda, continúa el tratamiento “Extracto de algas” (T1) sobresalen la forma redonda, luego el tratamiento con “Aminoácidos” (T2) sobresalen la forma globosa, a continuación está el tratamiento “Auxinas + Citoquininas” (T3), donde la forma redonda es dominante, luego está el tratamiento con “Brasinoesteroides” (T4) resalta la forma globosa y finalmente está el tratamiento “Auxinas + Citoquininas + Giberelinas” (T5) donde sobresale la forma globosa.

3.10 Pungencia del bulbo de la cebolla

TABLA 37:
DISTRIBUCIÓN DE LA PUNGENCIA DE LOS BULBOS POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Ingrediente activo	Bloque	Nivel de pungencia		
			Suave	Medio	Alto
T0	Testigo absoluto	I	0	5	0
		II	1	3	1
		III	2	2	1
		IV	1	3	1
		Total	4	13	3
T1	Extracto de algas	I	3	2	0
		II	2	3	0
		III	2	2	1
		IV	2	3	0
		Total	9	10	1
T2	Aminoácidos	I	1	4	0
		II	3	2	0
		III	3	2	0
		IV	5	0	0
		Total	12	8	0
T3	Auxinas + Citoquininas	I	3	2	0
		II	2	3	0
		III	2	2	1
		IV	2	3	0
		Total	9	10	1
T4	Brasinoesteroides	I	4	1	0
		II	4	0	1
		III	3	2	0
		IV	4	1	0
		Total	15	4	1
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	I	3	1	1
		II	3	1	1
		III	3	2	0
		IV	4	1	0
		Total	13	5	2

La Tabla 37 presenta la distribución del nivel de pungencia los bulbos por tratamiento, se observa que todos los tratamientos tienen una mayor concentración en el nivel suave y medio.

TABLA 38:
DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PUNGENCIA DE LOS BULBOS POR
TRATAMIENTO

Tratamiento	Ingrediente activo	Suave	Media	Fuerte
T0	Testigo absoluto	20.0 %	65.0 %	15.0 %
T1	Extracto de algas	45.0 %	50.0 %	5.0 %
T2	Aminoácidos	60.0 %	40.0 %	0.0 %
T3	Auxinas + Citoquininas	45.0 %	50.0 %	5.0 %
T4	Brasinoesteroides	75.0 %	20.0 %	5.0 %
T5	Auxinas + Citoquininas + Giberelinas	65.0 %	25.0 %	10.0 %

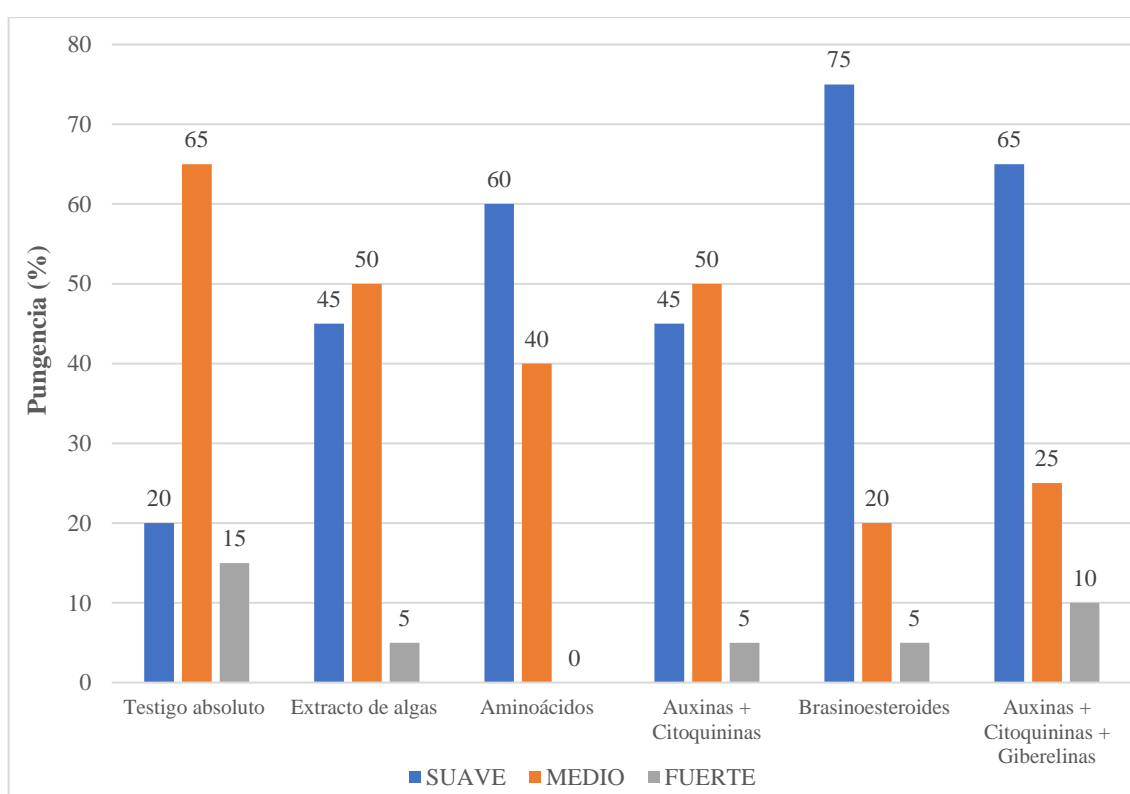


Figura 13. Distribución en porcentaje de la pungencia del bulbo por tratamiento

La Figura 13 muestra de izquierda a derecha, el tratamiento “Testigo absoluto” (T0) que tiene una predominancia de la pungencia media, luego el tratamiento con “Extracto de algas” (T1) sobresalen la pungencia suave y media, luego el tratamiento con “Aminoácidos” (T1) destaca con una pungencia suave, a continuación, está el tratamiento “Auxinas + Citoquininas” (T3), donde sobresalen un nivel de pungencia suave y medio, el tratamiento con “Brasinoesteroides” (T4) resalta la pungencia suave y finalmente está el tratamiento “Auxinas + Citoquininas + Giberelinas” (T5) donde sobresale la pungencia suave.

IV. DISCUSION

- **Peso promedio de bulbo**

Los resultados obtenidos en la variable peso promedio de bulbo señalan que los tratamientos que tuvieron diferencia estadística positiva frente al T0 (Testigo absoluto) fueron el T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +18.21%, el T3 (Auxinas + Citoquininas) con +15.10%, el T4 (Brasinoesteroides) con +9.46% y el T1 (Extracto de algas) con +8.73%; estos resultados concuerdan con las investigaciones de [11], [12], [14], [15], [16] y [17], quienes tuvieron diferencias estadísticas significativas. El tratamiento T3 (Aminoácidos) no tuvo diferencia significativa frente al T0 (Testigo absoluto), los resultados de la investigación no concuerdan con [7], [8], [9], [10] y [13], porque en sus investigaciones la aplicaciones de aminoácidos si influyeron estadísticamente en el peso de los bulbos.

- **Diámetro ecuatorial del bulbo**

Los resultados indican que todos los tratamientos tuvieron un efecto estadístico positivo frente al T0 (Testigo absoluto), destacando los tratamientos T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +7.19% y el T3 (Auxinas + Citoquininas) +4.56%. Los resultados concuerdan con las investigaciones de [8], [9], [11], [12], [13], [14] y [16]. En estas investigaciones se obtuvieron un mayor diámetro ecuatorial de los bulbos. Los resultados de la presente investigación no concuerdan con [7], donde se obtuvo un menor diámetro de bulbo respecto al testigo absoluto.

- **Diámetro polar del bulbo**

En esta variable los resultados muestran que los tratamientos que obtuvieron significancia positiva respecto al T0 (Testigo absoluto) fueron el T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +12.6%, el T4 (Brasinoesteroides) con +11.16%, el T2 (Aminoácidos) con +5.56% y el T3 (Auxinas + Citoquininas) con +4.62%. Los resultados concuerdan con las investigaciones [7], [8], [17]. Los resultados de la presente investigación no concuerdan con [11], [13], [14], [16], donde los experimentos obtuvieron un mayor diámetro polar de bulbo respecto al T0 (Testigo absoluto).

- **Porcentaje de materia seca**

Los resultados obtenidos en esta variable señalan que todos los tratamientos que tuvieron menor porcentaje de materia seca de bulbo respecto al T0 (Testigo absoluto). Estos resultados no concuerdan con [7], [8], [10], [11] y [13], donde las investigaciones si obtuvieron mayor porcentaje de materia seca respecto al T0 (testigo absoluto).

- **Sólidos solubles (Brix)**

Los resultados obtenidos en la variable muestran que sólo el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) tuvo un mayor nivel de grados Brix respecto al T0 (Testigo absoluto), aunque no siendo significativo. Estos resultados concuerdan con las investigaciones de [11], [14], quienes no tuvieron diferencias estadísticas significativas positivas. Los resultados de la presente

investigación no concuerdan con las investigaciones [7], [8], [9], [10], trabajos donde se obtuvieron diferencias estadísticas positivas respecto al T0 (Testigo absoluto).

- **pH de los bulbos**

Los resultados obtenidos en la variable señalan que sólo el tratamiento T3 (Auxinas + Citoquininas) tuvo un pH +1.53% respecto al T0 (Testigo absoluto) siendo significativo. También se observa que el tratamiento T1 (Extracto de algas) tuvo un pH menor al T0 (Testigo absoluto) siendo significativo. Estos resultados concuerdan con las investigaciones [7].

- **Firmeza del bulbo**

Los resultados obtenidos en la variable de firmeza de bulbo señalan que los tratamientos que tuvieron diferencia estadística positiva frente al T0 (Testigo absoluto) fueron el T4 (Brasinoesteroides) con +6.77%, el T1 (Extracto de algas) con 4.36% y el T3 (Auxinas + Citoquininas) con 3.86%.

- **Rendimiento del cultivo por hectárea**

Los resultados obtenidos en la variable rendimiento del cultivo por hectárea señalan que todos los tratamientos que tuvieron diferencia estadística positiva frente al T0 (Testigo absoluto), destacando en primer lugar el tratamiento T5 (Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) con +21.94%, luego el T3 (Auxinas + Citoquininas) con +20.29% y el T4 (Brasinoesteroides) con +19.46%, estos resultados concuerdan con las investigaciones de [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14], [15], [16] y [17].

- **Forma del bulbo**

Los resultados de las evaluaciones indican que la aplicación foliar de bioestimulantes si influyen en el desarrollo de la forma del bulbo. El T0 (Testigo absoluto) tenía una predominancia de forma del bulbo de 41.3% globosa y 45.0% redonda, el tratamiento T1 (Extracto de algas) 32.5% globosa y 58.8% redonda, el T2 (Aminoácidos) 53.8% globosa y 28.8% redonda, el T3 (Auxinas + Citoquininas) 37.5% globosa y 46.3% redonda, el T4 (Brasinoesteroides) 41.3% globosa, 31.3% redonda y 26.3% elíptica y el T5(Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) 43.8% globosa y 52.5% redonda.

- **Pungencia del bulbo**

Los resultados de las evaluaciones indican que la aplicación foliar de bioestimulantes si influyen en la pungencia de la cebolla. El T0 (Testigo absoluto) predominan una pungencia media, el T1 (Extracto de algas) predominan una pungencia media, el T2 (Aminoácidos) predominan una pungencia suave, el T3 (Auxinas + Citoquininas) predominan una pungencia media, el T4 (Brasinoesteroides) predominan una pungencia suave y el T5(Auxinas + Citoquininas + Giberelinas) predominan una pungencia suave.

V. CONCLUSION

Basándonos en los resultados obtenidos en cada variable podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de bioestimulantes foliares influyen de forma muy positiva en el rendimiento del cultivo, siendo esta la característica más buscada por los agricultores.
2. Se observó un mayor efecto en el rendimiento del cultivo en los tratamientos que tenían en su composición hormonas vegetales como Auxinas, Citoquininas, Giberelinas y Brasinoesteroides.
3. Respecto a las variables morfológicas medidas (forma del bulbo, peso promedio del bulbo, diámetro polar y diámetro ecuatorial) podemos afirmar que la aplicación foliar de bioestimulantes si influyeron de forma positiva.
4. Respecto a las variables físico-químicas (materia seca, sólidos solubles totales, firmeza, pH y pungencia) la aplicación de bioestimulantes foliares sólo influyeron en las variables de firmeza, pH y pungencia de los bulbos.
5. Todos los tratamientos respecto al T0 (Testigo absoluto) tuvieron menores resultados en la variable de materia seca, esto se puede explicar debido a que hubo un menor crecimiento del bulbo en el diámetro ecuatorial y al ser más compacto el bulbo ofreció mayor resistencia al ser medido con el penetrómetro.

VI. RECOMENDACIONES

1. La aplicación de bioestimulantes como extractos de algas y aminoácidos tuvieron un efecto menor a las hormonas, se recomienda usar dosis mayores para contrastar resultados.
2. Realizar pruebas de pérdida de peso de los bulbos para medir la vida postcosecha y saber que tan viajera podría llegar a ser, además de encontrar la relación con la firmeza de los bulbos.
3. Se recomienda repetir el experimento para poder contrastar resultados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Marco Orientador de Cultivos 2021-2022,» Gestión Participativa Cebolla, 2021. [En línea]. Disponible: <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/Procesos/MOC/resumen/cultivo-priorizado/Cebolla.aspx>.
- [2] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Análisis Integral de la logística en el Perú, 5 cadenas de Exportación,» 2018. [En línea]. Disponible: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/375561547059980875/pdf/133564-WP-P145783-Cebolla.pdf>.
- [3] «Agraria.pe,» 14 agosto 2023. [En línea]. Disponible: <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-cebolla-crecieron-3-en-volumen-y-1-32823>.
- [4] «Fresh Fruit,» 3 diciembre 2023. [En línea]. Disponible: <https://freshfruit.pe/2023/12/03/el-aumento-de-los-precios-internacionales-de-la-cebolla-fresca-no-fue-suficiente-para-compensar-la-caida-de-los-volumenes-exportados/>.
- [5] X. Gonzáles y P. Sánchez, «Bioestimulantes, y su rol clave para minimizar la alternancia productiva,» Redagrícola, 2023. [En línea]. Disponible: <https://redagricola.com/bioestimulantes-y-su-rol-clave-para-minimizar-la-alternancia-productiva-2/>
- [6] K. Cavero Tucno y J. D. Machahuay Huarcaya, «Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulantes y tres dosis de ácido fúlvico en el cultivo de cebolla amarilla dulce (*Allium cepa* L), cultivar Century, bajo riego por goteo en Villacuri,» Ica, Perú, 2019. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/97f6f511-c9d2-47de-a6d1-66f498ff3554/content>
- [7] A. Khalil, O. Eam y F. Zahran, «Efecto de la Aplicación Foliar de aminoácidos y micronutrientes sobre el crecimiento, rendimiento de la cebolla y sus componentes y características químicas,» Egyptian Journals, vol. 33, N° 4, pp. 3143-3150, 2008. [En línea]. Disponible: https://journals.ekb.eg/article_199876.html
- [8] A. A. Amina, A. E. Fatma, M. El Awadi y El Sherbeny, «Respuesta fisiológica de plantas de cebolla a la aplicación foliar de putrescina y glutamina,» Ciencia de la Horticultura, vol. 12*9, pp. 355-360, 2011. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423811001774>

- [9] Z. Fawzy, A. El Magd, Y. Li, Z. Ouyang y A. Hoda, «Influencia de la Aplicación foliar y al suelo de compuestos de tres aminoácidos en el crecimiento y rendimiento de la cebolla (*Allium cepa*),» *Jornal of Agricultural Science*, vol. 4, N° 11, pp. 531-534, 2012. [En línea]. Disponible: <http://dx.doi.org/doi:10.5539/jas.v4n11p26>
- [10] A. Kandil, A. E. Sharief y F. Fathalla, «Rendimiento de cebolla afectado por la aplicación foliar con aminoácidos y húmico ácido bajo los niveles de fertilizantes nitrogenados,» *Revista de producción agrícola*, vol. 2, N° 2, pp. 62-72, 2013. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/288008698_Onion_yield_as_affected_by_foliar_application_with_amino_and_humic_acids_under_nitrogen_fertilizer_levels/citations
- [11] R. Shafeek, Y. Helmy Y. O. Nadia, «Uso de algunos bioestimulantes para mejorar el crecimiento, el rendimiento y la calidad del bulbo de las plantas de cebolla,» *Revista de Ciencias Aplicadas de Oriente Medio*, vol. 5, N° 1, pp. 68-75, 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.curesweb.com/mejas/mejas/2015/68-75.pdf>
- [12] A. Hidangmayum y R. Sharma, «Efecto de diferentes concentraciones de extracto líquido comercial de alga *Ascophyllum nodosum* como bioestimulante vegetal sobre el crecimiento, rendimiento y constituyentes bioquímicos de la cebolla,» *Revista de Farmacognosia y Fitoquímica*, vol. 6, N° 4, pp. 658-663, 2017. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/331177935_Effect_of_different_concentrations_of_commercial_seaweed_liquid_extract_of_Ascophyllum_nodosum_as_a_plant_bio_stimulant_on_growth_yield_and_biochemical_constituents_of_onion_Allium_cep_a_L
- [13] S. Mahmoud, A. Tanahy y Z. Fawzy, «Los efectos de la aplicación exógena de algunas sustancias bioestimulantes sobre el crecimiento, los parámetros físicos y los componentes endógenos de las plantas de cebolla,» *International Journal of Agriculture and Earth Science*, vol. 6, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.iiardjournals.org/get/IJAES/VOL.%206%20NO.%202%202020/The%20Effects%20of%20Exogenous.pdf>
- [14] A. Kale, J. Shaikh, R. Chandra y S. Ghawade, «Respuesta del regulador del crecimiento vegetal sobre el rendimiento de bulbos de cebolla (*Allium cepa L.*),» *Revista India de Investigación Agrícola*, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.academia.edu/101814881>
- [15] M. Manivannan y J. Prem, «Estudios sobre la influencia de los retardantes del crecimiento en el aumento del rendimiento y la calidad de la cebolla Bellary (*Allium cepa L.*),» *Revista Internacional de Microbiología Actual y Ciencias Aplicadas*, vol. 12, N° 8, pp. 261-266,

2023. [En línea]. Disponible: <https://www.ijcmas.com/12-8-2023/M.%20I.%20Manivannan%20and%20J.%20Prem%20Joshua.pdf>
- [16] T. Quispe, Influencia de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) Var Roja Iabaya, EDU, 2019. [En línea]. Disponible: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3693/1608_2019_quispe_quispe_tm_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [17] M. A. Guerrero Anchante y F. A. Perez Huamantoma, «Los bioestimulantes orgánicos como promotores nutricionales en el cultivo de cebolla amarilla (*Allium cepa* L.) variedad Sweet Magnolia en Ica,» Ica, 2021. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e0b05f28-c9ab-48d4-8735-cf20c2601af5/content>
- [18] M. Vergel, J. J. Martínez y S. L. Zafra, «Cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Ocaña: factores asociados a la productividad y el rendimiento,» Revista colombiana de Ciencias Hortícolas, vol. 10, N° 2, pp. 333-344, 2016. [En línea]. Disponible: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5070>
- [19] C. R. Enciso Garay, P. A. Vera Ojeda, A. R. Santacruz Toledo y J. D. Gonzáles Villalba, «Guía Técnica cultivo de Cebolla,» San Lorenzo, Paraguay, 2019. [En línea]. Disponible: https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf
- [20] G. Rullán Fornaris, «Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla,» 2012. [En línea]. Disponible: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/2.-CEBOLLA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-G.-Fornaris-v2012.pdf>
- [21] R. Vasquez Salas, «Comportamiento de tres Híbrido en Cebolla (*Allium cepa* L.) con tres tamaños de bulbillos en zona árida,» 2018. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/89bb07ee-a1b5-45b0-901d-90f2c8b05813/content>
- [22] Z. V. Bañez Rimac, «Efecto en el rendimiento y calidad de bulbo empleado minibulbillo como material de propagación en cebolla roja (*Allium cepa* L.),» 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/126/TESIS%20ZULMA%20VERONIKA%20BA%20C3%91EZ%20RIMAC.pdf?sequence=1>
- [23] F. Casierra Posada y N. J. Vargas Pérez, «Fisiología del crecimiento y la Nutrición en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. híbrido. Yellow Granex) en condiciones tropicales,» p.

- 156, 2015. [En línea]. Disponible: <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/view/71/97/2843>
- [24] N. Montabán Saiz, «Diseño del proceso productivo de una agroindustria para la elaboración de productos derivados de cebolla dulce de Fuentes de Ebro,» 2020. [En línea]. Disponible: https://zaguan.unizar.es/record/95239/files/TAZ-TFG-2020-2724_ANE.pdf
- [25] S. Gamboa, «Guía Didáctica; Cultivo y Producción de Cebolla,» 2022. [En línea]. Disponible: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101169/mod_folder/content/0/2022%20Ogu%C3%ADa%20de%20cebolla.pdf?forcedownload=1
- [26] P. J. Coaguila Coaguila, «Digestatos de biogas a partir de purines vacuno en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en zonas Áridas,» 2018. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/8457/N5.1797.MG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [27] V. Cristancho, El Cultivo de La Cebolla Cabezona, Sub dirección Técnica Pedagógica, División Agropecuaria, 1990. [En línea]. Disponible: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5508/cultivo_cebolla_cabezona.PDF%3Bjsessionid%3D8B386071B3D25AF5311CAA96A65252EC?sequence=1
- [28] U. Mostaceros Plasencia, «Eficiencia de la Dosis de Biol en el Rendimiento de Cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Arequipeña en Cayalti- Lambayeque,» Cajamarca, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5904/TESIS%20ROQUE%20RAMOS%20GUEVARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [29] M. A. Vila Herrera, «Producción De Cebolla (*Allium Cepa* L.) En Tres Densidades De Siembra Y Con Cuatro Fuentes De Materia Orgánica,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/00af1ba2-614c-4761-85ae-e6e7f8886d7e/content#:~:text=En%20cuanto%20su%20morfolog%C3%ADa%2C%20la,de%20disco%2C%20o%20disco%20caulinar>
- [30] R. Fernández, «Producción de dos variedades de cebolla ecológica (*Allium cepa* L.) Usando bulbillos y sustratos orgánicos bajo Condiciones de Micro túneles en el Fundo la Banda Huasacache, Arequipa,» 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/330da548-c670-4856-8d7b-313221ee31f6>

- [31] «Sembralia,» 27 diciembre 2022. [En línea]. Disponible: <https://sembralia.com/blogs/blog/bioestimulantes-aliado-contr-el-estres-abiotico-de-tus-cultivos>.
- [32] «Redagrícola,» 15 septiembre 2023. [En línea]. Disponible: <https://redagricola.com/bioestimulantes-y-energizantes-de-alta-efectividad-para-combatir-el-estres-climatico/>.
- [33] A. Martínez Gutierrez, M. Tadeo Robledo, J. Cardoso Galvao y M. G. Vázquez Carrillo, «Rendimiento de híbridos de maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes,» Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 13, N° 2, 2022. [En línea]. Disponible: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342022000200289
- [34] E. F. Granados Escobar, «Efecto de Bioestimulantes Foliares en el Rendimiento del cultivo de Berenjena, Ocos, San Marcos,» 2015. [En línea]. Disponible: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Granados-Erick.pdf>
- [35] R. Wilmer Medina, «Efecto de la Aplicación de tres Bioestimulantes en el Rendimiento de Lenteja (*Lens culinaris Medick*), en Cajamarca,» Cajamarca. Perú, 2021. [En línea]. Disponible: <https://docplayer.es/218548590-Universidad-nacional-de-cajamarca-t-e-s-i-s.html>
- [36] E. Apcho, M. Caballero y R. Miranda, «Planeamiento Estratégico de la Cebolla en el Perú al 2027,» marzo 2017. [En línea]. Disponible: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8252/APCHO_CABALLERO_PLANEAMIENTO_CEBOLLA.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- [37] MIDAGRI, «Requerimiento climáticos en el cultivo de cebolla,» enero 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.midagri.gob.pe/portal/informacion-agroclimatica/fichas-tecnicas-2018?download=13552:ficha-tecnica-cultivo-de-cebolla>
- [38] Dirección General de tecnología Agraria de Aragón, «Parámetros que caracterizan a la cebolla,» Informaciones técnicas, p. 8, 2002. [En línea]. Disponible: https://bibliotecavirtual.aragon.es/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=3705271

VIII. ANEXOS



Figura 14. Extracción de las plántulas para el trasplante a campo definitivo



Figura 15. Trasplante a campo definitivo



Figura 16. Desarrollo del cultivo



Figura 17. Cosecha de la cebolla



Figura 18. Pesaje de los sacos de cebolla por unidad experimental



Figura 19. Rotulado de las muestras para su análisis en laboratorio



Figura 20. Análisis de diámetro ecuatorial y polar de los bulbos de cebolla



Figura 21. Análisis de peso promedio de los bulbos de cebolla



Figura 22. Procesado de muestras para medir el pH y los sólidos solubles totales



Figura 23. Preparación de muestras para el análisis de materia seca



Figura 24. Muestras para el análisis de materia seca



Figura 25. Muestras para el análisis de materia seca llevadas a estufa

INFORME DE ENSAYO
N° 23-000053

Datos del cliente:

Nombre del cliente : Alberto Salazar Bernabel
 Dirección del cliente : Análisis de Fertilidad de Suelos Agrícolas
 Orden de trabajo : -
 Muestreo realizado por : El cliente
 Procedencia de la muestra : Ica
 Cultivo : Cebolla


Datos del Laboratorio:

Plan de muestreo : Realizado por el cliente
 Producto : Caracterización de suelos
 Fecha de recepción de muestras : 08/06/2023
 Fecha de inicio de análisis : 09/06/2023
 Fecha de emisión del informe : 25/06/2023

RESULTADOS:

Código de laboratorio		S-23/0049			
Código de cliente		Lote 1			
Tipo de Producto		Suelo Agrícola			
Ubicación geográfica		Ica-Salas Guadalupe			
Coordenadas UTM WGS 84					
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	
Textura					
Arena (2-0.05 mm Diámetro de partícula)	%	N.A.	N.A.	93.50	
Arcilla (0.05-0.002 mm Diámetro de partícula)	%	N.A.	N.A.	0.00	
Limo (< a 0.002 mm Diámetro de partícula)	%	N.A.	N.A.	6.50	
Clase Textural	-	N.A.	N.A.	Arenoso (Arena Fina)	
Propiedades de Fertilidad					
pH 1:1	Unidades de pH	0.67	2.00	8.21	Alcalino
Conductividad Eléctrica 1:1	uS/cm	30.00	90.00	530	Baja Salinidad
Carbonatos	%	0.10	0.30	4.98	Poco contenido de carbonatos
Materia Orgánica	%	0.04	0.10	0.3	Baja disponibilidad
Fósforo disponible	meq/100g	2.00	6.00	31.1	Alta disponibilidad
Acidez Cambiable	meq/100g	0.01	0.02	0.25	Probablemente no hay problemas con el aluminio
Micronutrientes (Cu, Mn, Fe y Zn)					
				Resultados	Bajo Normal Alto
Cobre	mg/kg	0.30	1.00	1.49	
Hierro	mg/kg	1.00	3.00	7.42	
Manganeso	mg/kg	0.10	0.30	6.21	
Zinc	mg/kg	0.10	0.30	0.75	
Bases Cambiable (Ca, Mg, K y Na)					
				Resultados	Bajo Normal Alto
Calcio cambiabile	meq/100g	0.03	0.10	4.18	
Magnesio Cambiable	meq/100g	0.01	0.03	0.61	
Potasio Cambiable	meq/100g	0.01	0.03	0.49	
Sodio Cambiable	meq/100g	0.01	0.03	0.15	
CIC	meq/100g	0.20	0.50	4.12	
Porcentaje de Saturación de Base					
				Resultados	Bajo Normal Alto
Suma de Cationes	%	N.A.	N.A.	5.43	
Suma de Bases	%	N.A.	N.A.	5.51	
Saturación de Bases	%	N.A.	N.A.	91.07	
Relaciones entre Cationes (Basados en meq/100g)					
				Resultados	Interpretación
Ca/K	-	N.A.	N.A.	9.34	Margen adecuado para K
Mg/K	-	N.A.	N.A.	0.50	Deficiencia de Mg
Ca+Mg/K	-	N.A.	N.A.	4.58	Dentro del margen adecuado para K
Ca/Mg	-	N.A.	N.A.	8.68	Deficiencia de Mg

Legenda: L.C.M. = Limite de cuantificación del método, NA: No Aplica,


 Karina Altamirano Chacón
 C.Q.P. N° 1508
 Responsable de Laboratorio

ESSE
 ENVIRONMENTAL
 TESTING LABORATORY
 E.I.R.L.
 ESSE LAB E.I.R.L.

FIN DEL DOCUMENTO

Figura 26. Análisis de suelo

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Estación CO - TACAMA

Latitud : 13°59'59.1" S

Longitud : 75°43'14" W

Altitud : 440 msnm

Parámetro : TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (°C) Año: Mayo – Diciembre 2023.

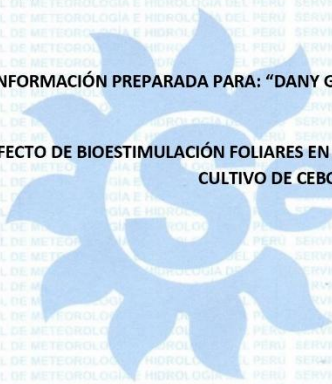
AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2023	28.6	26.3	25.9	26.5	28.4	30.6	30.0	30.8

mm=l/m²
S/D= sin datos

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: "DANY GONZALO ALBERO, SALAZAR BERNABEL"

PARA TESIS:

"EFECTO DE BIOESTIMULACIÓN FOLIARES EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS EN EL CULTIVO DE CEBOLLA EN LAS PAMPAS DE VILLACURI"



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Ica, 15 de julio del 2024
Parque Industrial MZ A lote 5-Ica
Telef. 056-480148
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

Figura 27. Temperatura máxima mensual

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Estación CO - TACAMA

Latitud : 13°59'59.1" S

Longitud : 75°43'14" W

Altitud : 440 msnm

Dpto. : Ica

Provincia : Ica

Distrito : Tinguíña

Parámetro : TEMPERATURA MINIMA MENSUAL

Año: Mayo – Diciembre 2023.

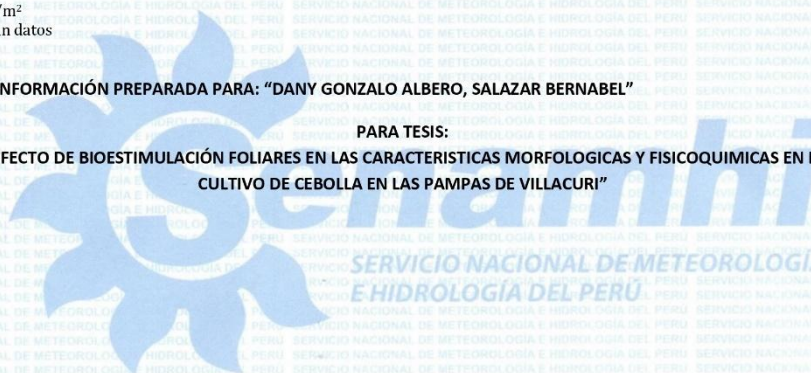
AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2023	14.8	12.9	12.3	12.7	13.1	15.4	14.8	16.8

mm=1/m²
S/D= sin datos

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: "DANY GONZALO ALBERO, SALAZAR BERNABEL"

PARA TESIS:

"EFECTO DE BIOESTIMULACIÓN FOLIARES EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS EN EL CULTIVO DE CEBOLLA EN LAS PAMPAS DE VILLACURI"



Ica, 15 de julio del 2024

Parque Industrial MZ A lote 5-Ica

Telef. 056-480148

www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

Figura 28. Temperatura mínima mensual