

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**EFEECTO DEL TAMAÑO DEL BULBO DE CEBOLLA
(*Allium cepa* L.) ECOTIPO ILABAYA EN EL
RENDIMIENTO DE SEMILLA BOTÁNICA,
EN EL DISTRITO DE ILABAYA**

TESIS

Presentada por:

Bach. CARLOS ALBERTO NIETO JUÁREZ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TÍTULO DE LA TESIS

EFFECTO DEL TAMAÑO DEL BULBO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) ECOTIPO
ILABAYA EN EL RENDIMIENTO DE SEMILLA BOTÁNICA, EN EL DISTRITO DE
ILABAYA

Tesis sustentada y aprobada el...06.....de.....Julio.....del 2016....; estando el
jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :



M.SC. Magno Santos Robles Tello

MIEMBRO :



Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

MIEMBRO :

.....

Ing. Rody David Alferez García (+)

ASESOR :



M.SC. Nivardo Núñez Torreblanca

CERTIFICADO DE SIMILITUD


Yo, NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA, en mi condición de ASESOR (A) acreditado con Resolución de Facultad N° 0181-2011-FCAG/UNJBG del 15 de AGOSTO del 2011, del Trabajo de Tesis (Trabajo Informe, Trabajo Académico, Trabajo de Suficiencia Profesional, Examen Profesional) titulado:

EFFECTO DEL TAMAÑO DEL BULBO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) ECOTIPO ILABAYA EN EL RENDIMIENTO DE SEMILLA BOTÁNICA, EN EL DISTRITO DE ILABAYA.

Presentado por el (la) CARLOS ALBERTO NIETO JUÁREZ. Para optar el título profesional de INGENIERO AGRONOMO

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 10 %. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis y/o trabajo enunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de INGENIERO AGRONOMO, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna, 08 de Agosto de 2024.

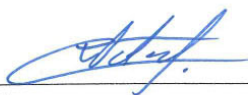


FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos *Nivardo Nuñez Torreblanca*
DNI *01248854*



Huella dactilar



FIRMA AUTOR

Nombres y apellidos *Carlos Alberto Nieto Juárez*
DNI *00492751*



Huella dactilar

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud a Dios, nuestro creador y padre, y a mi abnegada madre, Susana Juárez Carbajal, cuyo orgullo comparto con mi querido padre, Juan Carlos Nieto Chacolla; ellos hicieron posible mi sueño de ser profesional. A mis queridos hijos, quienes son el pilar de mi vida y la motivación de mi esfuerzo diario.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido al desarrollo y culminación de este trabajo de tesis. En particular:

A mi asesor y amigo, Nivardo Núñez Torreblanca, por su invaluable guía en esta tesis.

A mi querida Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, mi alma mater.

A los profesores de la Escuela Profesional de Agronomía por sus significativas contribuciones a mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación y Definición del Problema	4
1.2.1. Problema Principal	4
1.1.1. Problemas secundario	4
1.2. Delimitación de la investigación	4
1.3. Justificación	5
1.4. Limitaciones	6
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1. Objetivos	7
2.1.1. Objetivo General	7
2.1.2. Objetivo Específico	7
2.2. Hipótesis	7
2.2.1. Hipótesis General	7
2.2.2. Hipótesis específicas	7
2.3. Variables	8
2.3.1. Indicadores y Variables	8
2.3.2. Operacionalización de variables	9
CAPÍTULO III	10
3.1. Antecedentes	10
3.2. Descripción Botánica del Cultivo	12

3.2.1.	Exigencias Ecológicas	13
3.2.2.	Suelos	13
3.2.3.	Semillas	14
3.2.4.	Ciclo Vegetativo.....	15
3.2.5.	Cambios Bioquímicos Durante la Maduración del Bulbo	16
3.2.6.	Condiciones Ambientales que Favorecen la Brotación	17
3.2.7.	Fisiología de la Cebolla.....	18
3.2.8.	Fisiología del Crecimiento.....	18
3.2.9.	Fisiología de Fotomorgénesis	19
3.2.10.	Fisiología de la Bulbificación.....	19
3.2.11.	Formación del Bulbo.....	20
3.2.12.	La floración en Cebolla	22
3.3.	Enfoques teóricos y Técnicos	23
3.3.1.	Factores que Influyen en la Producción de Semilla de Cebolla	23
3.3.2.	Métodos de Siembra	26
3.3.3.	El vigor de la semilla	30
3.3.4.	Porcentaje de Germinación.....	31
3.3.5.	Métodos de Producción de Semilla de Cebolla.....	31
CAPÍTULO IV		36
MATERIALES Y MÉTODOS		36
4.1.	Tipo de Investigación	36
4.2.	Población y Muestra	36
4.3.	Ubicación del Campo Experimental.....	36
4.4.	Características del Suelo.....	36
4.5.	Análisis de Agua	38
4.6.	Condiciones Meteorológicas.....	40
4.7.	Material Experimental.	41
4.7.1.	Tratamientos:.....	41
4.8.	VARIABLES DE RESPUESTA	41
4.9.	Metodología	43
4.9.1.	Diseño Experimental	43
4.9.2.	Características del Campo Experimental.	43
4.9.3.	Conducción del Experimento	44
4.9.4.	Análisis Estadístico	47
CAPÍTULO V		48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		48
5.1	Número de bulbos brotados por parcela.....	48

5.2	Número de escapos florales por planta	49
5.3	Altura de tallos florales	50
5.4	Número de umbelas por planta	52
5.5	Número de semillas por umbela	53
5.6	Peso de las semillas por planta	55
5.7	Rendimiento de semilla (g/parcela)	56
5.8	Rendimiento de semillas en kg/ha	58
5.9	Porcentaje de germinación de la semilla cosechada	59
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2 Ventajas y desventajas de los métodos	28
Tabla 3 Características físico – químicas del suelo	37
Tabla 4 Características físico – químicas del agua de riego	38
Tabla 5 Datos de los promedios meteorológicos 2012	40
Tabla 6 Análisis de varianza de número de bulbos brotados por parcela	48
Tabla 7 Análisis de varianza de número de escapos florales por planta	49
Tabla 8 Prueba de significación de Duncan de número de escapos florales por planta.....	49
Tabla 9 Análisis de varianza de la altura de tallo floral (cm).....	50
Tabla 10 Prueba de significación de Duncan de la altura de tallo floral (cm).....	51
Tabla 11 Análisis de varianza de número de umbelas por planta	52
Tabla 12 Prueba de significación de Duncan de número de escapos florales por planta	53
Tabla 13 Análisis de varianza de número de semillas por escapos florales.....	53
Tabla 14 Prueba de significación de Duncan de número de semillas por umbela	54
Tabla 15 Análisis de varianza peso de semillas (g) por planta	55
Tabla 16 Prueba de significación de Duncan peso de semillas (g) por planta	55
Tabla 17 Análisis de varianza para rendimiento de semilla (g/parcela)	56
Tabla 18 Prueba de significación de Duncan rendimiento (g/parcela) de semillas.....	57
Tabla 19 Análisis de varianza para de rendimiento se semilla (kgha)	58
Tabla 20 Prueba de significación de Duncan rendimiento (kg/ha) de semillas.....	58
Tabla 21 Análisis de varianza de porcentaje de germinación de la semilla cosechada	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aleatorización de tratamientos	43
--	----

RESUMEN

La presente tesis da a conocer los resultados del “Efecto del tamaño del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) ecotipo Ilabaya en el rendimiento de semilla botánica, en el distrito de Ilabaya”, se realizó en el distrito de Ilabaya, Provincia Jorge Basadre Grohmann.

Se utilizó bulbos madres por diámetro durante el almacenamiento a temperatura ambiente, seleccionada en el anexo, Mirave, Oconchay, Margarata, los tratamientos utilizados fueron bulbos madres de T₁ 2-4 CM de diámetro, T₂: 4-6 cm de diámetro, T₃: 6-8 cm de diámetro y T₄ > 8 cm de diámetro, se empleó el diseño de bloques completos aleatorios, con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, se utilizó el análisis de varianza siendo la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad. Para realizar las pruebas de comparaciones múltiples de medias entre los tratamientos en estudio se utilizó la prueba de significación de Duncan al 95%. Los resultados. El mayor rendimiento de semilla (kg/ha) se obtuvo con los tratamientos T₄ Bulbos > 8 cm de diámetro y T₃ Bulbos de 6-8 cm lograron el mayor promedio con 252,037 y 213,99 kg/ha.

Palabras clave: Cebolla, semilla, rendimiento.

ABSTRACT

This thesis presents the results of the “Effect of the size of the onion bulb (*Allium cepa* L.) Ilabaya ecotype on the yield of botanical seed, in the district of Ilabaya”, was carried out in the district of Ilabaya, Jorge Basadre Province. Grohmann.

Mother bulbs were used by diameter during storage at room temperature, selected in the annex, Mirave, Oconchay, Margarata, the treatments used were mother bulbs of T1 2-4 CM in diameter, T2: 4-6 cm in diameter, T3: 6-8 cm in diameter and T4 > 8 cm in diameter, the randomized complete block design was used, with 4 treatments and four repetitions, the analysis of variance was used, with the F test being 0.05 and 0.01. probability.

To perform multiple comparison tests of means between the treatments under study, Duncan's 95% significance test was used. The results. The highest seed yield (kg/ha) was obtained with the treatments T4 Bulbs > 8 cm in diameter and T3 Bulbs of 6-8 cm achieved the highest average with 252.037 and 213.99 kg/ha.

Key words: Onion, seed, yield.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) ha sido tradicionalmente uno de los cultivos más relevantes en el ámbito hortícola a nivel nacional. Su importancia se debe a su amplia distribución geográfica, la extensa superficie de cultivo y el elevado consumo per cápita, además de la variedad de cultivares disponibles para consumo en fresco, congelado, deshidratado y pre-cortado.

El valle de Locumba ofrece condiciones agroclimáticas óptimas que favorecen el cultivo de cebolla. Este cultivo, por su rentabilidad, se presenta como una opción viable para los agricultores, especialmente en contraste con los bajos ingresos que generan otros cultivos. Estudios realizados en el valle han demostrado que la cebolla es rentable y se adapta adecuadamente a las condiciones locales.

La superficie cultivada de la "Cebolla ecotipo llabaya" en el valle de Locumba ha crecido continuamente, aumentando de 49 hectáreas en 2003 a 256 hectáreas en 2010. Este crecimiento responde a la creciente demanda de este cultivar, que posee características fenotípicas y genotípicas distintivas, como baja pungencia (menos picante), tolerancia a largos periodos de almacenamiento con óptima turgencia, lo que minimiza las pérdidas durante los largos transportes. Estas particularidades la distinguen de la cebolla roja Arequipeña y la han convertido en un cultivo emergente de relevancia económica en todo el valle de Locumba.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La producción de cebolla a nivel local y nacional depende de las variedades cultivadas, lo que dificulta mantener un suministro estable de semillas de calidad para las variedades mejor adaptadas localmente. Existen dos opciones para cultivar cebollas: seleccionar las semillas necesarias para el primer proceso de crecimiento, o bien optar por pequeñas cebollas inmaduras, conocidas como bulbos, para trasplantar.

La poca experiencia de realizar proyectos de investigación es una limitante para determinar los elementos que estén orientados a la solución del problema motivo del estudio. Sin embargo, las nuevas percepciones, que ameritan ser estudiados, tal como se advierte en la práctica misma de todos los días, por lo que el aludido trabajo no es libre de apreciaciones, no obstante, a que ha sido sometido a constantes evaluaciones.

El tamaño del bulbo de cebolla es considerado como la variable independiente que cumple el papel o rol causa del efecto en cada una de las variables sobre todo el rendimiento.

El distrito de Ilabaya no tiene suficiente infra estructura, algunos proyectos de investigación se realizan en los predios. En calidad de arrendamiento que genera una serie de limitaciones en cuanto el equipamiento requerido para una investigación, al igual que la falta de recursos humanos

calificados los trabajadores son eventuales, con escasa predisposición a la investigación, no se advierte la presencia de la universidad como institucionalidad, sino a través de asesoramiento de trabajos de investigación a nivel de tesis. En cuanto a la revisión bibliográfica considera artículos necesarios para afianzar la investigación, tal vez no en la amplitud de los temas al respecto por tratarse de una investigación práctica.

Además, la disponibilidad de semillas de cebolla de calidad confiable y a un precio razonable, en el momento adecuado, es considerada un factor limitante. La heterogeneidad de las semillas de poblaciones locales utilizadas restringe las posibilidades de acceso a mercados externos. En estudios de mercado, se debe garantizar la provisión de este insumo para asegurar volúmenes suficientes de un producto homogéneo, lo que permitiría concretar negocios de exportación, como en el caso de la cebolla ecotipo Ilabaya.

En la zona de Ilabaya, la mayoría de los productores de cebolla roja emplean una tecnología tradicional e intermedia. Los rendimientos obtenidos son bajos, principalmente debido a la limitada disponibilidad de semillas de calidad y a la alta incidencia de plagas y enfermedades. Además, los agricultores carecen de conocimientos sobre cómo obtener el tamaño ideal del bulbo.

La falta de tecnología para producir semillas de cebolla de calidad en la provincia de Jorge Basadre resulta en variedades nacionales con bajos porcentajes de germinación, floración prematura y variaciones en el color de los bulbos. Debido a esto, el tamaño del bulbo para semilla se convierte en un

problema por la falta de información adecuada, lo cual necesita ser solucionado para obtener un material con atributos de alta competitividad.

Por lo tanto, el rendimiento de semilla botánica, en el distrito de "Ilabaya", tendrán desarrollos diferentes por el tamaño de bulbo. En esta perspectiva, el conocimiento del tamaño de bulbo según la variedad, el sistema y la región de cultivo son fundamentales para el éxito económico de la producción de cebolla.

Esto indica la necesidad de aumentar el número de investigaciones sobre el tamaño del bulbo para ampliar el conocimiento en la producción de cebolla, especialmente en la provincia de Jorge Basadre.

1.2 Formulación y Definición del Problema

1.2.1 Problema Principal

¿Cuál será el efecto del tamaño del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) ecotipo Ilabaya en el rendimiento de semilla, en la provincia Jorge Basadre?

1.1.1. Problemas Secundario

¿Cuál será el tamaño de bulbo más adecuado para obtener mayores rendimientos de semilla de cebolla?

1.2. Delimitación de la Investigación

Especio geográfico: Esta tesis se llevó a cabo en el distrito de Ilabaya, situado en la parte noroeste de la provincia de Jorge Basadre.

El distrito de Ilabaya está situado a una altitud de 1425 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas de 17° 23' de latitud sur y 70° 32' de longitud

oeste. La distancia desde Ilabaya hasta la ciudad de Tacna es de aproximadamente 133.036 kilómetros.

Sujetos de investigación: Las plantas de cebolla del ecotipo Ilabaya fueron el objeto de observación en el estudio.

Tiempo: La presente tesis tuvo un tiempo de duración de 7 meses respectivamente.

1.3. Justificación

En el distrito de Ilabaya, el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más populares. Su bulbo, utilizado como condimento, ocupa un lugar destacado en la cocina. Además, la cebolla presenta grandes perspectivas comerciales, ya que su explotación puede generar buenos ingresos para los productores de Ilabaya y potencialmente convertirse en una fuente de divisas para el país si se exporta, como ocurre con gran parte de la producción nacional. Basado en estas consideraciones, existe la posibilidad de iniciar un programa de producción de semillas en el distrito, utilizando diferentes tamaños de bulbos, sin que los costos sean elevados.

La investigación se justifica, porque en el medio no existe suficiente información sobre la producción de semilla de cebolla de calidad, expresado en su viabilidad y poder germinativo, recurriendo el agricultor a prácticas y empíricas, al uso de semillas importadas que ponen en riesgo la productividad de la campaña, costos y contaminación de la semilla, al igual que la pérdida de la identidad de la cebolla de Ilabaya. Para que no se presente estos vacíos de

respuesta a los problemas y necesidades de los agricultores el trabajo reporta información suficiente expresada en cada uno de sus conclusiones y recomendaciones a tenerse en cuenta, para ayudar a evitar impactos negativos en la economía productiva, en la sensibilidad social en el estado anímico de los agricultores que requieren de la implementación de proyectos de desarrollo sostenible en el tiempo y espacio, para dar atención preferente a los problemas de interés del medio.

1.4. Limitaciones

Una de las principales limitaciones fue la ausencia de investigaciones previas sobre el tema de estudio, y el proyecto se llevó a cabo con financiación propia.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 *Objetivo General*

Evaluar el efecto del tamaño del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) ecotipo Ilabaya en el rendimiento de semilla, en la provincia Jorge Basadre

2.1.2. *Objetivo Específico*

Determinar el tamaño de bulbo más adecuado para obtener mayores rendimientos de semilla de cebolla

2.2. Hipótesis

2.2.1. *Hipótesis General*

El tamaño del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) tiene influencia significativa en la producción de semilla del ecotipo Ilabaya.

2.2.2. *Hipótesis específicas*

Al menos uno del tamaño de bulbo tendrá mayor efecto en la producción de semilla botánica de cebolla

2.3. Variables

2.3.1. Indicadores y Variables

Variable independiente (X): Tamaño del bulbo

Indicadores

- Bulbos madres de 2-4 cm de diámetro.
- Bulbos madres de 4-6 cm de diámetro.
- Bulbos madres de 6-8 cm de diámetro.
- Bulbos madres de > 8 cm de diámetro.

Variable dependiente (Y): Rendimiento de semilla

- Numero de bulbos brotados por parcela
- Número de escapos florales por planta
- Altura de tallos florales
- Número de umbelas por planta
- Numero de semillas por umbela
- Peso de las semillas por planta
- Rendimiento de semilla (g/parcela)
- Rendimiento de semillas en kg/ha
- Porcentaje de germinación de la semilla cosechada

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1 *Dimensión e indicadores de las variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independiente (X) Tamaño de bulbo	Tamaño de bulbo de la cebolla	<ul style="list-style-type: none"> • Bulbos madres de 2-4 cm de diámetro. • Bulbos madres de 4-6 cm de diámetro. • Bulbos madres de 6-8 cm de diámetro. Bulbos madres de > 8 cm de diámetro
Variable dependiente (Y) Rendimiento de semilla (t/ha):	Numero de bulbos brotados por parcela	Unidades
	Número de plantas brotadas por bulbo	Unidades
	Altura de tallos florales	Cm
	Número de umbelas	unidades
	Numero de semillas por umbela	unidades
	Peso de las semillas por planta	g
	Porcentaje de germinación de la semilla cosechada	%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Carnero (2007) en su investigación titulada “Efecto del bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba”. sus resultados evidenciaron que los tratamientos que obtuvieron el mayor número de semillas por escapo floral fueron los tratamientos T₄ y T₅ con un promedio de 855,99 y 815,98 semillas respectivamente. En cuanto al peso de semillas por planta los tratamientos T₄; T₃ y T₂ obtuvieron el mayor peso de semillas por planta con 7 725; 7 025 y 6 725 gramos respectivamente. Para la variable rendimiento el tratamiento T₃ obtuvo el mayor rendimiento de semilla con 584, 75, seguido de los tratamientos T₄ y T₂ con 563,00 y 544,75 kg/ha de semilla,

En su estudio titulado “Evolución de la calidad de semillas de cebolla almacenadas en condiciones no controladas”, Gaviota (2006) tuvo como objetivo analizar cómo varía la calidad de las semillas de cebolla (*Allium cepa* L.) durante su almacenamiento en condiciones no reguladas. Se utilizaron muestras de semillas recolectadas en tres temporadas (1993, 1994 y 1995) del Valle de Uco (33° lat. Sur y 69° long. Oeste), Mendoza, Argentina, que fueron almacenadas durante cinco años. Cada año se evaluaron el contenido de humedad (H), el peso de 1000 semillas (P), el porcentaje de germinación (Pg),

el porcentaje de plántulas normales germinadas a los 6 días y el porcentaje de plántulas anormales. Se emplearon diseños anidados, regresiones y correlaciones para analizar las variables, agrupando los lotes por año. Los valores observados de P_{g6} y P_g se compararon con los estimados mediante una ecuación de viabilidad. Se observó que tanto P_{g6} como P_g disminuyeron cuadráticamente con el tiempo de almacenamiento ($P > 0,05$), aunque la tasa de disminución varió entre los años, siendo más pronunciada en 1993, el año más lluvioso; el modelo de viabilidad aplicado subestimó estos valores. El peso de 1000 semillas (P) mostró diferencias significativas entre lotes, pero no cambió durante el almacenamiento ($P > 0,05$). El contenido de humedad (H) no mostró diferencias entre lotes del mismo año ni durante la conservación ($P > 0,05$), con promedios de 8,54%; 8,55% y 8,47% para 1993, 1994 y 1995, respectivamente. Los lotes producidos en años con precipitaciones normales pueden conservarse hasta 24 meses sin sufrir cambios significativos en la calidad.

En el estudio titulado “Efecto del tamaño del bulbo/bulbillo y la densidad de plantación en la emergencia, rendimiento y calidad del ajo (*Allium sativum* L.)” realizado por Jiménez et al. (2013), se investigó cómo el tamaño del bulbo y bulbillo (o diente) y la densidad de plantación afectan la emergencia de plántulas, el rendimiento y la calidad del ajo tipo Taiwán. Se analizaron bulbos y bulbillos de tres tamaños distintos: Extra Flor, Gigante y Jumbo. Estos fueron plantados en tres densidades diferentes: 333,000; 285,710 y 250,000 plantas por hectárea, utilizando un diseño de bloques al azar con parcelas divididas.

Durante el estudio se midió el porcentaje de emergencia, y tras la cosecha, se evaluaron el rendimiento y la calidad de los bulbos según su tamaño. Los resultados indicaron que la densidad de plantación tuvo un impacto significativo en el rendimiento de los bulbos de ajo. A medida que aumentaba el tamaño de los bulbos, se observó una mayor emergencia de plántulas y mejor calidad de bulbos y bulbillos en densidades más bajas. Los bulbos grandes o medianos comenzaron a mostrar efectos positivos en la emergencia a partir del día 16. Con bulbos y bulbillos grandes se alcanzó el máximo rendimiento de bulbos (15,5 t/ha) y la mejor calidad (15,8 t/ha), con categorías Jumbo y Super Jumbo. Los bulbos Extra Gigante contribuyeron en mayor medida a la calidad del bulbo por tamaño (15,5 kg/ha) en densidades alta y media. Sin embargo, la mejor calidad para los bulbos Extra Gigante, Jumbo y Super Jumbo se logró con menores densidades de plantas y con bulbos y bulbillos grandes o medianos.

3.2. Descripción Botánica del Cultivo

Es una planta que, aunque es bianual por naturaleza, suele cultivarse como anual en condiciones normales para la cosecha de bulbos. Sin embargo, se cultiva como bianual cuando el objetivo es la producción de semillas (Maroto, 1994).

El sistema radicular está compuesto por numerosas raíces blancas y fasciculadas. El tallo presenta una estructura caulinar aplanada conocida como 'disco', con entrenudos muy cortos, ubicada en la base del bulbo. Bajo ciertas condiciones ambientales y del ciclo de la planta, este disco generalmente produce un escape floral hueco que puede tener una forma cilíndrica o

troncocónica. Este escapo atraviesa el bulbo y da lugar a una inflorescencia que puede superar un metro de altura. Las hojas que emergen del disco se dividen en dos partes: una sección inferior que funciona como una vaina envolvente y una sección superior o filodio, que es hueca, redondeada y con los bordes fusionados (Brewster, 1990).

El conjunto de vainas envolventes forma un órgano hinchado conocido botánicamente como bulbo tunicado. Las vainas de las hojas externas se vuelven membranosas y actúan como una capa protectora, mientras que las vainas de las hojas internas se engrosan al acumular nutrientes, convirtiéndose en la parte comestible del bulbo (Brewster, 1990).

3.2.1. Exigencias Ecológicas

Para que se forme el bulbo y se obtenga un rendimiento y un producto de calidad, la planta requiere una combinación adecuada de horas de luz y temperaturas durante su crecimiento. La sensibilidad máxima a la duración del día ocurre entre 45 y 50 días después de la siembra. Un adecuado desarrollo de las hojas necesita temperaturas entre 20 y 23°C desde la siembra hasta los 55-60 días. En cambio, para el desarrollo del bulbo, se requieren temperaturas medias de aproximadamente 27°C a partir de los 60 días (Aljaro, 2001).

3.2.2. Suelos

La cebolla necesita suelos sueltos, aunque no necesariamente profundos, que ofrezcan un buen drenaje interno y una adecuada capacidad

para retener agua y nutrientes, además de ser fértiles y ricos en materia orgánica. Este cultivo absorbe agua y nutrientes principalmente en los primeros 50 cm de profundidad. Los suelos pesados pueden perjudicar las raíces debido al exceso de humedad. El pH del suelo debe estar entre 6.0 y 7.9, ya que valores fuera de este rango pueden afectar negativamente el rendimiento. La cebolla tolera moderadamente la salinidad, pero la producción se reduce considerablemente cuando la conductividad eléctrica del suelo excede 2.8 mS/cm, siendo necesario descartar suelos con una conductividad de 3.5 mS/cm (Castillo, 1999).

3.2.3. Semillas

Un gramo de semillas tiene entre 240 y 330 unidades, dado que el peso ideal de 1000 semillas supera los 3 gramos. Es importante utilizar siempre semillas con una tasa de germinación superior al 80%. El tiempo de germinación varía entre 12 y 15 días. (Castillo, 1999).

En un gramo de semillas se encuentran entre 240 y 330 semillas, ya que el peso óptimo para 1000 semillas es mayor a 3 gramos. Es esencial usar semillas con una tasa de germinación superior al 80%. El proceso de germinación suele durar entre 12 y 15 días. (Castillo, 1999).

La calidad de un lote de semillas se evalúa mediante varios atributos clave, entre los cuales destacan el porcentaje de germinación, el vigor, el contenido de humedad y el peso. Esta calidad puede variar entre diferentes lotes y su evolución con el tiempo está determinada por la calidad inicial, el

atributo específico evaluado, las condiciones ambientales y la especie de semilla involucrada (Castillo, 1999).

3.2.4. Ciclo Vegetativo

De acuerdo con Maroto (1994), el ciclo vegetativo de la cebolla se divide en cuatro fases distintas:

a) Crecimiento herbáceo.

La calidad de un lote de semillas se evalúa a través de varios atributos importantes, entre los que se incluyen el porcentaje de germinación, el vigor, el contenido de humedad y el peso. Esta calidad puede variar entre diferentes lotes y su desarrollo a lo largo del tiempo está condicionado por la calidad inicial, el atributo específico evaluado, las condiciones ambientales y la especie (Castillo, 1999).

b) Formación de bulbos.

El proceso inicia con la interrupción del crecimiento vegetativo en la parte aérea y la transferencia de sustancias de reserva hacia la base de las hojas internas, donde se acumulan y forman el bulbo. Durante esta fase, los almidones se hidrolizan y se sintetizan glucosa y fructosa, las cuales se almacenan en el bulbo. Este proceso requiere períodos prolongados de luz, y si la temperatura aumenta durante este tiempo, la duración de la fase se acorta.

c) Reposo vegetativo

La planta detiene su crecimiento y el bulbo maduro entra en un estado de reposo.

d) Reproducción sexual

Esto suele suceder en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco utiliza las reservas acumuladas para formar un tallo floral, que al final se desarrolla en una inflorescencia con forma de umbela.

3.2.5. Cambios Bioquímicos Durante la Maduración del Bulbo

Cuando las cebollas están en condiciones inductivas, se produce un aumento en los niveles de azúcares reducidos en los bulbos. Al mismo tiempo, se observa una disminución rápida en los niveles de invertasa ácida, la enzima responsable de convertir la sacarosa en azúcares reducidos solubles como glucosa y fructosa. Estos cambios ocurren antes de que la formación del bulbo sea visible. La formación del bulbo puede desencadenar la hidrólisis de fructanos previamente acumulados, transformándolos en fructosa y glucosa (Brewster, 1994).

La mayor parte de los fotosintatos se almacena en las hojas nuevas o en la base engrosada de las hojas. La transferencia de fotosintatos hacia las hojas es bastante baja, y la mayoría se dirige a las yemas internas, especialmente durante la expansión del bulbo. Así, las hojas internas reciben nutrientes tanto de las hojas cercanas como de las más distantes. En contraste, las raíces reciben una cantidad menor de asimilados, que proviene principalmente de las hojas más viejas (Mann, 1983).

Según Komochi (1990), el inicio de la dormancia se produce cuando las sustancias que inhiben el crecimiento se trasladan desde las hojas hacia los

bulbos durante la etapa de maduración del cultivo.

Entre las sustancias que inhiben el crecimiento, se ha identificado el ácido abscísico (ABA), aunque se le atribuye solo entre el 10 y el 20% de la acción inhibitoria.

A medida que avanza el almacenamiento de los bulbos, la actividad del ácido abscísico (ABA) disminuye gradualmente. Este descenso se relaciona inicialmente con un aumento en la actividad de las citoquininas, seguido por un incremento en la actividad del ácido giberélico, y finalmente, en las auxinas (Brewster, 1997).

3.2.6. Condiciones Ambientales que Favorecen la Brotación

El intervalo entre la dormancia y la brotación de los bulbos está condicionado por las temperaturas durante el almacenamiento y se ve significativamente afectado por la humedad en el disco basal y las posibles heridas en los bulbos. La tasa de brotación de los bulbos aumenta a temperaturas que varían desde un mínimo de 0°C hasta un rango de 10-20°C, dependiendo del cultivar, pero disminuye cuando las temperaturas superan los 25-30°C. Esta respuesta se observa en bulbos en estado de dormancia, mientras que los bulbos no dormantes, que se almacenan por períodos prolongados, muestran una mayor tasa de brotación a temperaturas de hasta 25°C. Temperaturas de 20-25°C durante 1 a 3 semanas tras la cosecha pueden reducir la tasa de brotación, y temperaturas de 35°C pueden provocar una disminución del 30% en la vida útil postcosecha (Brewster, 1997).

3.2.7. Fisiología de la Cebolla

El desarrollo fisiológico del cultivo de cebolla, similar al de todas las plantas y animales, pasa por diversas etapas desde su inicio hasta su final. En el cultivo de cebolla, se pueden identificar dos fases cruciales durante el primer período en el campo: la fase que abarca desde la siembra hasta el trasplante, y la fase que va desde el trasplante hasta la cosecha de los bulbos. Además, en el segundo período, se distingue una tercera fase crítica que se extiende desde la plantación del bulbo madre hasta la producción de semillas (Namesny, 1993).

3.2.8. Fisiología del Crecimiento

Esta fase incluye los cambios que se producen desde la germinación, a través de los estados de "rodilla" y "bandera", es decir, desde la aparición de las hojas cotiledonales y la emergencia de las primeras hojas hasta la formación de las hojas de la cuarta a la séptima, mientras que las hojas iniciales desaparecen gradualmente. La emisión de las hojas ocurre en un intervalo de 5 a 7 días, dependiendo de la variedad y la época del año. La duración de vida de las hojas está determinada por su posición durante el proceso de emergencia.

El número de hojas es variable, alcanzando su máximo desarrollo al inicio de la bulbificación. Todos los factores que favorecen un crecimiento vigoroso tienen un impacto directo en el aumento del rendimiento (Cerna, O.; Kline, S.; Kline, W.; Ramirez, D. 1993).

3.2.9. Fisiología de Fotomorgénesis

La capacidad productiva de los cultivos y variedades resulta de diversos procesos, entre los cuales destaca la cantidad de luz absorbida (Brewster, 1997). La época de siembra está determinada por las necesidades específicas de cada variedad en relación con el fotoperiodo o la duración del día, es decir, la cantidad de horas de luz requeridas. Según Brewster (1997), los cultivares de ciclo temprano o de días cortos requieren entre 10 y 12 horas de luz, los cultivares de ciclo intermedio necesitan de 13 a 14 horas de luz, y los cultivares de guarda o tardíos demandan entre 15 y 16 horas de luz.

3.2.10. Fisiología de la Bulbificación

En las vainas se almacenan las sustancias de reserva que contribuyen a la formación del bulbo. El crecimiento y desarrollo de las hojas ocurre de manera continua durante las fases vegetativas de la planta, aunque este proceso se ralentiza cuando comienza la formación del bulbo. En esta etapa, la tasa y eficiencia fotosintética disminuyen, mientras que aumenta la traslocación de los asimilados hacia el bulbo. Por lo tanto, es fundamental asegurar un adecuado desarrollo de las hojas para lograr una bulbificación efectiva. El bulbo de cebolla se desarrolla por el engrosamiento de la base de las vainas foliares, transformándose en una estructura carnosa. Un buen cultivar debe tener pocas yemas y formar un único bulbo (Medina, 2003).

La iniciación de la formación de bulbos está determinada por una variedad de factores ambientales. Este proceso se desencadena a través de la

interacción entre la duración del día y la temperatura, siendo particularmente influenciado por días largos y temperaturas elevadas.

La formación prematura de los bulbos resulta en una reducción de los rendimientos. Desde el inicio de la formación del bulbo hasta su maduración, el crecimiento de las raíces cesa. Los fotoperíodos largos y las temperaturas elevadas aceleran el desarrollo de los bulbos, mientras que las temperaturas bajas pueden retrasar este proceso e incluso inducir una floración temprana (Brewster, 1997).

3.2.11. Formación del Bulbo

La formación del bulbo está influenciada por diversos factores, pero el más importante es el fotoperiodo (Medina, 2003). Esto significa que las condiciones de días largos, estimulan la formación de bulbos. El umbral crítico en la longitud del día emite clasificar los cultivares en tres grupos (Brewster, 1997).

Algunos estudios sugieren que el tamaño de los bulbos sería también una variable que condiciona el comportamiento pos cosecha. Brewster, (1994) reportó una mayor tasa de brotación en bulbos grandes que en los medianos y chicos a los seis meses de almacenamiento (aunque no encontró diferencias significativas para períodos diferentes). Asimismo es frecuente que los productores manifiesten que los bulbos más pequeños presentan mejor conservación; sin embargo, no se cuenta con información clara al respecto.

- **Cultivares de día corto:** Producen bulbos de gran tamaño, con forma aplanada, consistencia firme, sabor intenso y piel de color rojo pálido. Los bulbos maduros generalmente alcanzan un buen precio en el mercado. Requieren de 12-13 horas de luz, siendo óptimos para latitudes que oscilan entre 0° y 28°.
- **Cultivares de día intermedio:** Las cebollas que producen bulbos grandes con una epidermis de color más intenso presentan una menor resistencia a la conservación. Requieren entre 13 y 14 horas de luz y son adecuadas para latitudes que van desde 28° hasta 40°.
- **Cultivares de día largo:** Conocidas como cebollas de guarda, estas variedades tienen un elevado contenido de sólidos totales y solubles. Por lo general, necesitan entre 14 y 16 horas de luz y temperaturas moderadamente altas, que oscilan entre 15° y 21° C, para lograr una adecuada regresión vegetativa y maduración fisiológica del bulbo. Además, se desarrollan bien en latitudes a partir de 36° C.

Altos niveles de nitrógeno y un exceso de riego pueden retrasar tanto la formación como la maduración del bulbo (Bravo y Aldunate, 1987). Cuando las condiciones de días largos y temperaturas adecuadas favorecen la formación del bulbo, se desencadena una serie de cambios caracterizados por una rápida elongación de las hojas, resultado de la expansión del cuello de la vaina foliar. Esta vaina se ensancha lateralmente principalmente debido a la expansión celular, en lugar de por división celular. Con el avance de la bulbificación, se desarrollan las catáfilas, que presentan láminas mucho más reducidas en

comparación con la vaina y se hinchan para formar el tejido de almacenamiento del bulbo. Las hojas cercanas al bulbo pierden sus láminas y se transforman en vainas de almacenamiento. Las vainas que conservan láminas se extienden por encima de la punta del bulbo, engrosándose solo en la parte inferior, mientras que las vainas de hojas con láminas abortadas no se extienden y se engrosan completamente.

Dentro de las vainas, cerca del centro del bulbo, se encuentran las últimas dos o tres hojas formadas durante la temporada de crecimiento. Aunque estas hojas son pequeñas, tienen la capacidad de brotar si las condiciones de almacenamiento del bulbo son adecuadas. El rendimiento de la cebolla se ve influenciado por las prácticas de manejo agronómico, como la fertilización y la densidad de siembra. Estas prácticas pueden ser ajustadas para mejorar la producción (Añez y Tavira, 1986; Herison et al., 1993; Comadug, 1998).

3.2.12. La floración en Cebolla

El tránsito de la fase vegetativa a la fase reproductiva en la cebolla está determinado por el fenómeno de vernalización, que implica la acumulación de un número específico de 'horas de frío'. Durante la fase juvenil, la planta no puede ser inducida a florecer. Para que la planta se vuelva sensible a las bajas temperaturas que favorecen el cambio hacia la fase reproductiva, debe alcanzar un peso mínimo o un número determinado de hojas. Este tamaño mínimo varía según la variedad, y generalmente se encuentra entre 5 y 10

hojas iniciadas (equivalente a 0.06 a 0.45 g de peso seco). De manera similar, los bulbos requieren de 20-30 días a temperaturas inductivas (alrededor de 9 °C) para inducir la floración en bulbos de más de 50 g. Sin embargo, los bulbos más pequeños, de aproximadamente 5 g, necesitan 80 días a la misma temperatura para lograr la misma inducción (Brewster, 1994).

3.3. Enfoques teóricos y Técnicos

3.3.1. Factores que Influyen en la Producción de Semilla de Cebolla

- **Clima y suelo**

En todo el mundo, la producción de semillas de cebolla se realiza bajo una variedad de condiciones climáticas, que van desde climas fríos y templados hasta subtropicales. No obstante, las regiones óptimas para esta producción son aquellas con baja pluviosidad y baja humedad ambiental, ya que estas condiciones favorecen tanto la calidad como el rendimiento de las semillas (Montes y Halle, 1990).

Para inducir la formación de tallos florales en cebolla, se requieren temperaturas de entre 9 y 12 grados Celsius. Este proceso, conocido como vernalización, puede variar según la variedad, el tamaño del bulbo y la planta. Además, temperaturas superiores a 40 grados Celsius durante la floración y el cuajado pueden disminuir significativamente el rendimiento de las cebollas.

Las regiones con vientos frecuentes, particularmente durante las fases de maduración y floración, no son ideales para el cultivo de cebolla. Los vientos

fuertes aumentan el riesgo de vuelco o acame de los tallos florales y pueden afectar negativamente la actividad de los polinizadores, lo que compromete la producción de semillas.

La cebolla es versátil en cuanto a tipos de suelo, pero se sugiere evitar suelos excesivamente arenosos o arcillosos. También es importante evitar suelos con alto contenido de sal para asegurar un buen desarrollo del cultivo (Montes y Halle, 1990).

- **Aislamiento**

Para garantizar la pureza en la producción de semillas de cebolla, es crucial mantener un aislamiento adecuado entre diferentes variedades para evitar la mezcla de polen. Se recomienda que la parcela destinada a la producción de semillas esté al menos a 1,000 metros de distancia de otras parcelas de cebolla. En el caso de cultivares con diferentes colores, el aislamiento debería ser de hasta 5,000 metros. Si existen parcelas de cebolla comercial a menos de un kilómetro de distancia, es aconsejable eliminar los tallos florales de las plantas que florezcan para prevenir el cruzamiento indeseado.

La producción de semillas de cebolla puede realizarse en estructuras cubiertas, siendo recomendable que estas tengan una altura mínima de tres metros para asegurar temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo. La malla utilizada para cubrir la estructura debe ser lo suficientemente fina para bloquear el paso de áfidos y el polen de otras cebollas, siendo preferible el uso

de malla blanca para este propósito.

La polinización en ambientes cubiertos también puede ser realizada por abejas. Es recomendable instalar una colmena de abejas meliponas por cada 100 metros cuadrados, ya que estas abejas no tienen aguijón, lo que facilita su manejo.

- **Agentes polinizadores**

En el cultivo de cebolla, la polinización está mayormente a cargo de insectos, con la abeja común, *Apis mellifera*, como el principal polinizador. Aunque las moscas y otros insectos también contribuyen a este proceso, su participación es menor en comparación con las abejas. La presencia de abejas es crucial para incrementar la producción de semillas en cebolla, ya que son atraídas principalmente por el volumen de néctar y la concentración de azúcares en las flores. A pesar de que la cebolla produce néctar en abundancia con altos niveles de azúcar, las abejas a veces prefieren otros cultivos debido al elevado contenido de potasio en el néctar de la cebolla. Por lo tanto, es recomendable utilizar abejas que sean capaces de tolerar concentraciones elevadas de potasio.

Las condiciones atmosféricas tienen un impacto significativo en el rendimiento de los polinizadores. La actividad de estos se reduce notablemente en presencia de lluvias y vientos, que afectan negativamente su capacidad para realizar la polinización eficazmente (Montás, 1991).

3.3.2. Métodos de Siembra

a. Método semilla - semilla

Este método genera una cantidad considerable de semillas certificadas, y es altamente recomendable para los productores debido a su elevado rendimiento por hectárea y su costo más bajo en comparación con el proceso semilla-bulbo-semilla (Montás, 1991).

Para obtener semillas certificadas, es necesario emplear semilla básica, que se produce mediante el método semilla-bulbo-semilla. En contraste, la semilla generada mediante el método semilla-semilla no está recomendada para la producción de nuevas semillas (Montás, 1991).

b. Manejo de semilla cosecha

El momento adecuado para cortar las umbelas es cuando las flores han producido semillas negras que forman un círculo de alrededor de dos centímetros de diámetro, similar al tamaño de una moneda de un peso. Esta operación se realiza manualmente, asegurándose de cortar las umbelas sin dejar restos del tallo floral. Una vez cortadas, las umbelas se colocan en bolsas proporcionadas por los cosechadores y se dejan secar adecuadamente. (Montás, 1991).

Cuando una umbela presenta muchas cápsulas aún cerradas, es aconsejable cortarla con un tramo de 20 centímetros de tallo floral. Posteriormente, debe dejarse madurar y secar durante un período de 10 a 15 días. (Montás, 1991).

c. secado de umbelas

El secado de las umbelas se realiza colocando estas sobre una superficie de cemento en un área sombreada y bien ventilada. Este proceso generalmente requiere entre 10 y 15 días para lograr un nivel de humedad adecuado (Gorin, 1997).

d. Trillado

Una vez completado el secado, se procede a la trilla, que consiste en separar las semillas de las umbelas. Para ello, se puede frotar las umbelas entre las manos cuando las semillas se desprenden con facilidad. En el caso de cosechas pequeñas, esta tarea puede realizarse de manera manual (Gorin, 1997).

e. limpieza

Después de la trilla, la semilla obtenida a menudo contiene impurezas, como restos de la umbela. Para limpiarla, se puede usar agua, sumergiendo la semilla en tinas o cubetas durante 2 a 3 minutos. Durante este tiempo, las semillas maduras se hunden al fondo, mientras que las impurezas, así como las semillas vacías y mal desarrolladas, flotan en la superficie. Una vez separado el material no deseado, las semillas llenas se deben secar sobre un cernidor de tela metálica, en un lugar seco, sombreado y protegido de la lluvia, durante tres días (Gorin, 1997).

Tabla 2

Ventajas y desventajas de los métodos

Semilla –bulbo-semilla	Semilla – semilla
Ciclo más largo	Ciclo más corto
Mayores costos	Menores costos
Excelente calidad genética	No puede usarse como semilla madre
Permite selección de bulbos	No permite selección de bulbos
Puede ser utilizado en una mayor diversidad climática.	Puede ser utilizado en una mayor diversidad específica

(Gorin, 1997).

f. método semilla-bulbo-semilla.

Este método, que genera semilla básica, requiere un proceso que se extiende por cuatro meses más en comparación con el método semilla-semilla. Los costos de producción son más elevados debido a las etapas adicionales de selección de plántulas, plantas, bulbos y semillas. Generalmente, son las instituciones, empresas o grupos de productores bien organizados los que emplean este método para la producción de semilla básica. En este proceso, las bajas temperaturas son el factor clave que induce a la cebolla a entrar en fase de reproducción (Gorin, 1997).

g. recolección de semillas

Las flores se cosechan de manera escalonada conforme se van secando. El momento ideal para realizar la recolección es cuando las flores adquieren un color verde pálido, casi beige, y aproximadamente el 10% de las semillas se hacen visibles (Gorin, 1997).

Cada planta de cebolla puede desarrollar entre 8 y 14 inflorescencias en

promedio. Cada inflorescencia alberga entre 200 y 600 flores, aunque algunas pueden superar las 1,000 flores, aunque no todas llegan a ser fertilizadas. Cada flor tiene el potencial de producir hasta 6 semillas, pero comúnmente solo se obtienen de 3 a 4 semillas. En condiciones de días cálidos y noches frescas (35/18°C día/noche), se obtiene un mayor número de semillas en comparación con temperaturas más bajas. Por lo tanto, es probable que las flores que se abren al principio produzcan menos semillas que las que florecen más tarde (Gorin, 1997).

Las flores se cosechan y se colocan en cajas o sobre sacos en un área ventilada para su secado. Una vez secas, se desgranar utilizando diferentes métodos, tales como frotarlas manualmente, emplear cedazos o tamices, o bien colocar las flores en un saco y golpearlas para facilitar la separación de las semillas (Gorin, 1997).

Para separar las semillas viables de las no viables y los restos de flores, se puede usar el método de aventar o, más comúnmente, sumergir las semillas en agua. Las semillas viables se hunden, mientras que las no viables y los restos de flores flotan y se pueden eliminar. Las semillas que se encuentran en el fondo se sacan y se dejan secar al aire. Cada gramo suele contener entre 250 y 350 semillas. Una vez que las semillas están adecuadamente secas, se pueden almacenar en frascos de vidrio herméticos. La humedad es el principal factor que afecta la viabilidad de las semillas, seguido de la temperatura. Si las semillas se secan bien, por ejemplo, utilizando bolsitas de gel de sílice disponibles en farmacias, y se almacenan en la nevera a 4 °C en frascos de

vidrio, pueden conservarse durante varios años manteniendo su viabilidad. Es crucial mantener las semillas protegidas de la humedad y las altas temperaturas, ya que su viabilidad puede reducirse al 50% en uno o dos años si no se conserva adecuadamente (Gorin, 1997).

i. Calidad de la semilla

Una semilla de alta calidad se caracteriza por su elevada capacidad de germinación, ausencia de enfermedades e insectos, y la ausencia de semillas de malezas o material extraño e inerte. Según el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Viceroy, la calidad de la semilla se evalúa principalmente por su viabilidad y poder germinativo. La viabilidad se mide a través del porcentaje de germinación, que refleja el número de plántulas que una cantidad determinada de semillas puede producir (Gorin, 1997).

3.3.3. El vigor de la semilla

El vigor de la semilla se refiere a la combinación de características que permiten a las plántulas emerger de manera rápida y uniforme, incluso en condiciones ambientales adversas o estresantes. Las pruebas de vigor proporcionan una evaluación complementaria a la viabilidad, ofreciendo información sobre la capacidad de las semillas germinables para desarrollarse bajo condiciones menos óptimas. Entre las características adicionales que reflejan el vigor se incluyen una germinación ágil, un crecimiento robusto de las plántulas y su apariencia saludable. Por lo tanto, evaluar el vigor tanto de las semillas como de las plantas es crucial para determinar su calidad (Gorin, 1997).

3.3.4. Porcentaje de Germinación

El porcentaje de germinación indica la cantidad de plántulas normales que se pueden obtener de una muestra de semilla pura de una clase específica. Para asegurar resultados precisos, se aconseja utilizar al menos 400 semillas elegidas al azar, distribuidas en grupos de 100. Durante una prueba de germinación, las semillas se exponen a condiciones ideales de luz y temperatura para facilitar su desarrollo (Huerres, 1988).

3.3.5. Métodos de Producción de Semilla de Cebolla

Los cultivadores de semillas de hortalizas deben conocer las exigencias del cultivo de las especies que manejan no solo hasta que estas alcanzan su estado de consumo, sino a lo largo de todo su ciclo de vida. Por ejemplo, las plantas bienales como la cebolla pueden ser cultivadas para el consumo en un solo ciclo, pero requieren dos años para completarse cuando el objetivo es la producción de semillas.

Durante el primer año, la cebolla forma el bulbo, que sirve como reservorio de nutrientes necesarios para la producción de flores y semillas en el segundo año de cultivo. Esto sucede siempre que los bulbos no sean cosechados antes para el consumo (Huerres, 1988).

La decisión de dejar una especie bianual en el campo durante el invierno o almacenarla puede afectar tanto el rendimiento como la calidad de la semilla que se cosechará al año siguiente. Existen dos métodos principales para producir semilla de cebolla. El método más común es el de "bulbo a semilla"

que implica cultivar bulbos destinados al mercado y luego replantarlos para obtener la semilla.

El otro método, "semilla a semilla", consiste en sembrar directamente la semilla en el campo. Las plantas crecen de forma vegetativa, se vernalizan y, posteriormente, producen la semilla. En este enfoque, es crucial que la siembra se realice de modo que la planta entre en reposo invernal con el bulbo aún en desarrollo parcial.

El rendimiento de la semilla puede variar considerablemente según la variedad y la ubicación de cultivo, siendo un rendimiento promedio aceptable entre 400 y 600 kg/ha (Huerres, 1988).

3.3.6 Métodos de Siembra

a. Siembra directa:

Uno de los métodos más comunes en la producción de cebolla es el trasplante, pero también se puede sembrar la semilla o los bulbillos directamente en el suelo. Generalmente, la siembra se realiza a voleo y, en casos excepcionales, a chorrillo, cubriendo la semilla con una capa de mantillo de 3 a 4 cm. Dado que el follaje de la cebolla es escaso y no cubre adecuadamente el suelo, este queda expuesto a la erosión por agua y viento. Por lo tanto, se recomienda trazar curvas de nivel para proteger el suelo durante el invierno y asegurar un riego eficiente en verano.

El método de siembra directa acorta el período de cultivo en el campo y elimina los costos asociados al trasplante. Sin embargo, este método tiende a

aumentar los gastos en sanidad vegetal y exige la adopción de un paquete tecnológico especializado (Huerres, 1988).

b. Siembra por trasplante.

Este método es ampliamente utilizado en la producción comercial y exige la preparación de semilleros o canteros para obtener plántulas. La edad óptima para el trasplante varía según la altitud de la región. Generalmente, los semilleros están listos para el trasplante en un período de 40 a 45 días, o de 50 a 60 días si se ha realizado un manejo de desinfección. Es crucial asegurar un riego adecuado, evitando el exceso de humedad, y aplicar medidas preventivas de control sanitario (Montes y Halle, 1990).

Durante esta fase, las plántulas son vulnerables a diversas enfermedades fungosas y bacterianas, incluyendo el mal del almácigo, que es causado por hongos patógenos del suelo como *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*. También pueden verse afectadas por *Alternaria*, mildiu, *Pseudomonas* y *Phytophthora*. En cuanto a plagas, las plántulas pueden ser atacadas por trips y la mosca de la cebolla (Montes y Halle, 1990).

Un estudio de la Universidad Católica Boliviana reveló que las plántulas de cebolla tratadas con bioinsumos, tales como *Trichoderma*, micorrizas, humus de lombriz, y sus combinaciones, exhibieron notables características agronómicas y un eficaz control de enfermedades, incluyendo el damping off (Montes y Halle, 1990).

Para quienes consideran iniciar la producción orgánica de cebolla, es crucial tener en cuenta que, aunque la utilización de bioinsumos implica una

inversión inicial, esta puede ser compensada si se alcanzan rendimientos mayores en las cosechas y se obtiene un valor agregado en el mercado (Montes y Halle, 1990).

Otra recomendación es llevar a cabo el trasplante cuando las plantas sean lo más pequeñas posible, recortando el exceso de hojas para minimizar la pérdida de agua por transpiración. Además, se sugiere cortar las raíces en exceso para estimular el crecimiento de nuevas raíces con mayor capacidad de absorción de nutrientes (Montes y Halle, 1990).

c. Siembra por bulbillos semillas

Este método consiste en sembrar cebollas pequeñas o bulbillos de 12 a 15 mm, que se obtienen durante la cosecha o se producen a partir de semilla. Se requieren aproximadamente 2 kilos de bulbillos por hectárea. Si la densidad de siembra es elevada, se puede generar competencia entre las plántulas, lo que puede llevar a una cantidad insuficiente de bulbillos. Por otro lado, una densidad baja puede resultar en bulbillos de mayor tamaño del deseado, lo que podría provocar la formación de bulbos dobles en la siembra final (Montes y Halle, 1990).

Una vez que las plantas han producido bulbillos y el follaje está seco, se cosechan los bulbillos y se secan en el campo. Estos bulbillos se siembran en el siguiente ciclo para mantener la continuidad en la producción. Para este método, es crucial que las variedades tengan un período de reposo adecuado. Se recomienda utilizar variedades rojas y amarillas, que deben ser

almacenadas por separado y con buena ventilación para evitar la pudrición

La plántula resultante debe ser de una variedad que pueda formar bulbos a partir de bulbillos que no superen los 2.5 cm de diámetro. Estos bulbillos deben pasar por un proceso de curado, que implica deshidratación y almacenamiento durante 1 a 3 meses (Montes y Halle, 1990).

La siembra de bulbillos puede realizarse en canteros de 1.40 m con 3 hileras (0.35 m entre hileras) y 5 cm entre bulbillos con la raíz hacia abajo, o en camellones de 0.90 m con 2 hileras (0.20 m entre hileras) y 5 cm entre plantas (Montes y Halle, 1990).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de Investigación

Experimental

4.2. Población y Muestra

La población estuvo conformada por las 400 plantas de cebolla de las cuales se seleccionaron 10 muestras en forma aleatoria de cada uno de los tratamientos

4.3. Ubicación del Campo Experimental

La presente tesis se desarrolló en el distrito de Ilabaya que se encuentra ubicado en parte Nor-Oeste de la provincia Jorge Basadre.

El distrito de Ilabaya está situado a 1425 metros sobre el nivel del mar, a una latitud sur de 17° 23' y una longitud oeste de 70° 32'. Se encuentra aproximadamente a 133.036 kilómetros de la capital regional.

4.4. Características del Suelo

Las características del suelo se describen en la Tabla 3, la cual presenta datos que fueron analizados en el laboratorio. Estos resultados ofrecen un análisis detallado de las propiedades del suelo, proporcionando información crucial para comprender su composición y calidad.

Tabla 3*Características físico – químicas del suelo*

Análisis físico	Resultados
Arena	59,60 %
Limo	23,5 %
Arcilla	16,90%
Textura	Franco arenoso
Análisis químico	Resultados
pH	8,20
C.E.mS/m	0,54
CaCO ₃	0,90%
M.O.	0,09 %
P	28,78 ppm
K	385,5 ppm
N	0,059%
CIC me/100 g	11,38

Fuente: Laboratorio de análisis químico y servicios E.I.R.L. Paucarpata Arequipa (2011)

La interpretación de los datos proporcionados en la Tabla 3 revela que el análisis físico-químico del suelo indica que se trata de un suelo con textura franco arenosa. El pH registrado es de 8,20, lo cual clasifica al suelo como moderadamente alcalino según la Sociedad Química y Minera de Chile (2004). Este nivel de pH es más alto que el rango ideal para muchos cultivos, que se encuentra entre 5,8 y 6,5 (Maroto, 1983).

La conductividad eléctrica del suelo es de 0,54%, lo que indica una baja salinidad y sugiere que el suelo es poco salino, una condición que se considera muy favorable para el cultivo de cebolla, como señala Fuentes (1999).

En términos de nutrientes, el contenido de fósforo es de 28,78 ppm, lo cual se considera alto y generalmente positivo para el desarrollo de las plantas.

Sin embargo, el contenido de materia orgánica es de 0,09%, lo que se clasifica como bajo, y el contenido de nitrógeno es de 0,059%, lo que se considera pobre. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 11,9 meq/100 g, una medida que también se considera baja.

La cebolla tiende a prosperar en suelos ricos en materia orgánica y puede tolerar cierta salinidad, pero el pH más alto y los niveles bajos de nitrógeno y materia orgánica pueden afectar negativamente su crecimiento. Por lo tanto, aunque la baja salinidad es beneficiosa, se recomienda mejorar el contenido de materia orgánica y nitrógeno para optimizar las condiciones de cultivo.

4.5. Análisis de Agua

Tabla 4

Características físico – químicas del agua de riego

ANÁLISIS	RESULTADOS
pH	7,67
C.E. mS/cm	2,16
CaCO ₃ ppm1	491,52
Sólidos totales ppm	1,373
Ca ⁺⁺ meq/L	6,534
Mg ⁺⁺ meq/L	3,257
Na ⁺ meq/L	11,17
k ⁺ meq/L	0,27
so ₄ ⁺⁺ meq/L	3,75
cl ⁺ meq/L	11,23
HCO ₃ meq/L	4,80
CO ₃ ⁻ meq/L	0,00
RAS	5,02
Boro ppm	8,53
Clasificación	C ₃ S ₂

Fuente: Laboratorio de análisis químico y servicios E.I.R.L. Paucarpata Arequipa (2012)

La interpretación de los datos presentados en la Tabla 4 revela que la muestra se clasifica como C3S2 en términos de conductividad/sodio. Esto indica que el agua es altamente salina (C3) y presenta un nivel medio de sodio (S2), según la clasificación del Departamento de Agricultura de EE. UU. en su guía sobre diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. La muestra también muestra altos niveles de sólidos disueltos, clasificándose como agua muy dura. Además, el contenido de boro en el agua es considerado alto.

De acuerdo con esta clasificación, el agua con una salinidad alta (C3) puede ser utilizada para el riego de suelos que tienen un buen drenaje. Para minimizar problemas, es recomendable emplear grandes volúmenes de agua para lavar el suelo y usar cultivos que sean muy tolerantes a la salinidad. El contenido medio de sodio (S2) implica un riesgo moderado de acumulación de sodio en el suelo, particularmente en suelos con baja permeabilidad como los arcillosos y franco-arcillosos. Por ello, es crucial vigilar las condiciones físicas del suelo y el nivel de sodio intercambiable, y realizar correcciones si es necesario (Blasco y de la Rubia, Lab. de suelos IRYDA, 1973).

En cuanto a la cebolla, esta planta muestra una notable capacidad para sobrevivir durante períodos prolongados con baja disponibilidad de agua y puede comenzar la bulbificación prematuramente en respuesta al estrés hídrico (Brewster, 1990). También puede tolerar temperaturas muy bajas durante largos períodos. La bulbificación en cebolla parece haber evolucionado como una adaptación para sobrevivir en climas áridos y cálidos, típicos de su zona de origen. El bulbo actúa como un órgano de resistencia, cubierto de hojas secas,

que entra en dormancia una vez formado y vuelve a brotar cuando la humedad se restablece. El alargamiento de los días actúa como un estímulo para la planta, señalando la proximidad del verano y facilitando el proceso de bulbificación.

4.6. Condiciones Meteorológicas

A continuación, se detallan los datos sobre las condiciones climáticas que prevalecieron durante la realización del experimento:

Tabla 5

Datos de los promedios meteorológicos 2012

Meses	Temperatura		Temperatura promedio	Humedad relativa %
	máxima	mínima		
	°C			
Agosto	27,9	8,8	19,0	82,0
Setiembre	27,6	9,2	19,2	78,0
Octubre	28,0	9,4	19,5	80,0
Noviembre	28,1	9,4	19,8	78,0
Diciembre	28,5	9,7	20,1	80,0
Enero	28,9	9,9	20,2	81,1

Fuente: Senamhi (2012)

De acuerdo con la tabla 5, los promedios de temperatura registrados en el experimento se encuentran dentro de los rangos adecuados para el desarrollo de los bulbos, con una temperatura media de 19,63 °C. Esta temperatura favorece el crecimiento y desarrollo óptimo de los bulbos, ya que, según las especificaciones técnicas del cultivo, la cebolla prospera en climas templados y cálidos. Las temperaturas ideales para su crecimiento y desarrollo

oscilan entre 15 y 35 °C. Temperaturas inferiores a 15 °C pueden limitar el desarrollo de los bulbos, resultando en un crecimiento predominante de los tallos, como se menciona en el estudio de Castillo (1999).

4.7. Material Experimental.

Se empleó semilla de cebolla roja del ecotipo de Ilabaya para el experimento. La selección de los bulbos según su diámetro se llevó a cabo durante su almacenamiento a temperatura ambiente. La semilla seleccionada provino de las localidades de Mirave, Oconchay y Margarata, que se encuentran en el distrito de Ilabaya, en la Provincia de Jorge Basadre.

4.7.1. Tratamientos:

T₁: Bulbos madres de 2-4 cm de diámetro.

T₂: Bulbos madres de 4-6 cm de diámetro.

T₃ Bulbos madres de 6-8 cm de diámetro.

T₄ Bulbos madres > 8 cm de diámetro.

4.8. Variables de Respuesta

a. Número de bulbos brotados por parcela.

Se seleccionó como muestras 10 plantas alzar de cada unidad experimental para cada uno de los tratamientos contando de manera visual cada una de las muestras.

b. Número de plantas brotadas por bulbo.

Se seleccionó como muestras 10 plantas alzar de cada unidad

experimental contando de manera visual cada una de las muestras.

c. Altura de tallos florales.

Para esta variable se midió plantas alzar de cada unidad experimental contando de manera visual cada una de las muestras.

d. Número de umbelas por planta.

Se seleccionaron como muestras 10 plantas alzar de cada unidad experimental contando de manera visual cada una de las muestras.

e. Número de semillas por umbela

Para tal estimación, se procedió la recolección y conteo de 10 capsulas por tratamiento en forma aleatoria.

f. Número semillas por planta

Para medir esta característica se seleccionará al azar 10 plantas de cada uno de los tratamientos por unidad experimental y pesará utilizando una balanza electrónica.

g. Rendimiento de semilla (g/parcela)

Se consideró la unidad experimental los escapos secados al sol por un periodo de 5 días se determinó el rendimiento de los tratamientos y luego elevarlos por parcela.

h. Rendimiento de semillas en kg/ha

Se consideró la unidad experimental los escapos secados al sol por un

periodo de 5 días se determinó el rendimiento de los tratamientos y luego elevarlos hectáreas.

i. Porcentaje de germinación de la semilla cosechada

Esta medida se registró entre los 7 0 y 10 días después de la siembra tomando el total semillas cosechadas de los escapos de cada unidad experimental, se realizó con 100 semillas tomadas al azar en una placa Petri.

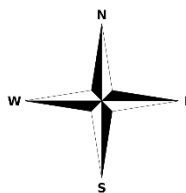
4.9. Metodología

4.9.1. Diseño Experimental

Para llevar a cabo esta tesis se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, que incluyó 4 tratamientos y se repitió cuatro veces.

Figura 1

Aleatorización de tratamientos



Bloque I	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
Bloque II	T ₃	T ₁	T ₂	T ₄
Bloque III	T ₂	T ₄	T ₁	T ₃
Bloque IV	T ₁	T ₃	T ₄	T ₂

4.9.2. Características del Campo Experimental.

a. Campo experimental

- Ancho : 10 m

- Largo : 100 m
- Área total : 1000 m²

b. Área de Bloque

- Largo : 10 m
- Ancho : 25 m
- Área total : 250 m²

c. Unidad Experimental

- Largo : 10 m
- Ancho : 2,0
- Área : 20 m²

4.9.3. Conducción del Experimento

a. Medida del campo experimental

Para esta tarea se empleó una cinta métrica de 50 metros, y luego se colocaron estacas para establecer los puntos de referencia.

b. Preparación de terreno:

Se realizó un muestreo del campo experimental, para su respectivo análisis de suelo y se efectuaron la quema de rastrojos, aradura de discos nivelación y surcado. Posteriormente se incorporó materia orgánica.

c. Selección de bulbos madres en campo

Para esta etapa se procedió a la selección de bulbos en mismo campo a medida que se realizaba la selección de los bulbos de cebolla para su

comercialización, seccionando bulbos que tuvieran ciertas características como forma, color, libre de enfermedades, que no tengan floración prematura, que estén bien empastadas, que prematura brota miento y sobre todo la selección de los diferentes diámetros de bulbo, este proceso fue realizado en forma visual y al tacto.

d. Selección de bulbos madres en almacén

Luego de la selección de bulbos madre en campo se llevó todo el material seleccionado a un almacén bien ventilado por un periodo de 2 a 3 meses donde entra a un estado de vernalización en donde acumulo horas frío, en este caso se realizó otra selección de bulbos a que se tendría que plantar a campo definitivo, tomándose en cuenta otra vez ciertas características bulbos que hayan conservado sus forma, su color, bulbos resistentes enfermedades, bulbos que no hayan brotado, y sobre todo bulbos que al momento del corte transversal tengas muchas catafilas y que tengan por lo menor de dos a tres centros y que tengan una buena estructura de sus catafilas y sobre todo se seleccionó los tamaños de bulbos por los distintos diámetros en que se realizó el trabajo.

e. Plantación:

La plantación se llevó a cabo manualmente, colocando los bulbos a 30 cm de distancia entre ellos y a 1 metro entre los surcos para mejorar la uniformidad y el establecimiento de las plantas. Los bulbos se plantaron a una profundidad de 10 a 12 cm, realizando un corte transversal de $\frac{3}{4}$ a partir de la raíz para optimizar el rendimiento. Además, se realizó una desinfección previa

de los bulbos para prevenir la chupadera fungosa.

f. Control de malezas

Se efectuó esta labor con la finalidad de evitar la competencia de los nutrientes, desarrollándose esta labor durante el mismo día, para evitar, de esta manera, que ninguno de los tratamientos sea desfavorecido. Se realizó con un herbicida pre-emergente que se utiliza comúnmente como sellador del suelo y evitar malezas de hoja ancha y angosta, luego se realizó otra aplicación para el mismo propósito después del aporque.

g. Fertilización

Basándose en el análisis del suelo y la cantidad de nutrientes absorbidos por la cebolla, se aplicó una fertilización de 180-100-120 de NPK. Se utilizó un tercio del nitrógeno (N) al momento de plantar los bulbos, junto con toda la cantidad de potasio y fósforo. Los dos tercios restantes se aplicaron conforme el cultivo fue desarrollándose, es decir, cada dos meses. Antes de la emisión de los escapos florales, se aplicó la otra mitad de fósforo y potasio en dosis bien definidas.

h. Riegos:

Los riegos en el sector del campo experimental se efectuó por gravedad, en horas de la tarde de preferencia, para favorecer la absorción, asimismo los riegos se realizaron de acuerdo al desarrollo vegetativo de la planta. Se evitara riegos muy pesados con el fin de prevenir enfermedades tales como la chupadera fungosa y marchitez bacteriana.

j. Control de plagas y enfermedades:

Se efectuaron controles fitosanitarios en forma preventiva, según el ataque existente, en general pesticida de tipo sistémico y en otras ocasiones de contacto.

k. Cosecha

La cosecha se realizó cuando el 10% de semilla negra y este visiblemente expuesta en la umbela que fueron cortados a mano con aproximadamente 15 cm de tallo (escapo) y sacadas inmediatamente del campo, luego fueron colocados en plástico, dejándolas bajo condiciones ambientales por 2 a 3 semanas.

4.9.4. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el análisis de varianza (ANOVA) utilizando el modelo de bloques completos aleatorios, con niveles de significación de 0,05 y 0,01. Para evaluar las diferencias entre los promedios de los tratamientos, se aplicó la prueba de significación de Duncan, con un nivel de $\alpha = 0,05$.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Número de bulbos brotados por parcela

Tabla 6

Análisis de varianza de número de bulbos brotados por parcela

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01
Bloques	3	9,687	3,229	1,929	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	6,187	2,062	1,232	3,86	6,99 ns
Error	9	15,062	1,673			
Total		30,936				

Fuente: Elaboración Propia

ns: No significativo

CV: 6.897%

La Tabla 6 del análisis de varianza muestra que no se encontraron diferencias significativas entre los bloques, lo que sugiere que estos fueron homogéneos. Además, el factor tratamiento no mostró significancia estadística, indicando que tuvo un efecto uniforme sobre la variable estudiada. El coeficiente de variabilidad fue del 6,897 %, lo que refleja una adecuada homogeneidad del material experimental utilizado y, por lo tanto, asegura la confiabilidad de los datos obtenidos.

5.2 Número de escapos florales por planta

Tabla 7

Análisis de varianza de número de escapos florales por planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01
Bloques	3	0,500	0,1666	0,600	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	14,00	4,666	16,80	3,86	6,99 **
Error	9	2,500	0,2777			
Total	15	17,000				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 10,03 %

La Tabla 7 del análisis de varianza muestra que no se encontraron diferencias significativas entre los bloques, lo que indica que los bloques eran homogéneos. Sin embargo, el factor tratamiento presentó diferencias altamente significativas, sugiriendo que al menos uno de los tratamientos tuvo un efecto notablemente superior a los demás. El coeficiente de variabilidad fue del 10,03 %, lo que indica una aceptable homogeneidad del material experimental y asegura la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 8

Prueba de significación de Duncan de número de escapos florales por planta

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	6,25	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	5,75	a b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	5,25	b
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	3,75	c

Fuente: Elaboración Propia Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 8, de la prueba de significación de Duncan evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 6,25 y 5,75 escapos, los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 5,25 y 3,75 respectivamente

Al respecto Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba sus resultados demostraron que no hubo efecto de los diferentes tratamientos en la respuesta de número de escapo florales de los tratamientos utilizados en el ensayo, sus promedios variaron de 4,13 a 4,45 escapos, solamente supera al T₁ Bulbos de 2-4 de diámetro.

5.3 Altura de tallos florales

Tabla 9

Análisis de varianza de la altura de tallo floral (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01	
Bloques	3	2,460	0,820	0,138	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	143,363	47,787	8,085	3,86	6,99 **
Error	9	53,191	5,910			
Total	15	199,015				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 4,263%

La Tabla 9 del análisis de varianza muestra que no se encontraron diferencias significativas entre los bloques, lo que sugiere que estos fueron homogéneos. En cuanto al factor tratamiento, se encontraron diferencias

altamente significativas, indicando que al menos uno de los tratamientos resultó ser superior a los demás. El coeficiente de variabilidad fue del 4,263 %, lo que señala una buena homogeneidad del material experimental y, por ende, la confiabilidad de los datos experimentales.

Tabla 10

Prueba de significación de Duncan de la altura de tallo floral (cm)

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	60,535	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	58,862	a b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	56,060	b c
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	52,640	c

Fuente: Elaboración Propia Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 10 de la prueba de significación de Duncan de la altura del tallo floral evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 60,535 cm y 58,862 cm, los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 56,060 y 52,640 cm respectivamente, comparando con los resultados obtenidos por Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba sus resultados demostraron que si hubo efecto de los diferentes tratamientos en la respuesta de la altura de los tratamientos utilizados en el ensayo, sus promedios variaron de 80,34 a 116 cm, superando a todos los tratamientos de la presente investigación.

5.4 Número de umbelas por planta

Tabla 11

Análisis de varianza de número de umbelas por planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01
Bloques	3	0,500	0,1666	0,600	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	14,00	4,666	16,80	3,86	6,99 **
Error	9	2,500	0,2777			
Total	15	17,000				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 10,03 %

La Tabla 11 del análisis de varianza muestra que no se observaron diferencias significativas entre los bloques, lo que indica que los bloques fueron homogéneos. Sin embargo, el factor tratamiento mostró diferencias altamente significativas, sugiriendo que al menos uno de los tratamientos fue superior a los demás. El coeficiente de variabilidad del 10,03 % señala una buena homogeneidad del material experimental, lo que respalda la fiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 12*Prueba de significación de Duncan de número de escapos florales por planta*

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	6,25	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	5,75	a b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	5,25	b
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	3,75	c

Fuente: Elaboración Propia Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 12, de la prueba de significación de Duncan evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 6,25 y 5,75 escapos, los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 5,25 y 3,75 respectivamente

5.5 Número de semillas por umbela

Tabla 13*Análisis de varianza de número de semillas por escapos florales*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01
Bloques	3	2979	993	0,702	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	54731	18243,67	12,914	3,86	6,99 **
Error	9	12714	1412,667			
Total	15	70424				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 5,716%

La Tabla 13 del análisis de varianza del número de semillas revela que no hubo diferencias significativas entre los bloques, lo que sugiere que los

bloques fueron homogéneos. Sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas para el factor tratamiento, indicando que al menos uno de los tratamientos resultó ser superior en cuanto al número de semillas. El coeficiente de variabilidad del 5,716 % indica una adecuada homogeneidad del material experimental, lo que respalda la fiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 14

Prueba de significación de Duncan de número de semillas por umbela

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	750,00	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	664.,25	b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	617,50	b c
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	598,50	c

Fuente: Elaboración Propia

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 14, de la prueba de significación de Duncan de número de semillas por escapo florales evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 750,00 y 664,25 semillas, los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 617,50 y 598,50 respectivamente al comparar con los resultados obtenidos por Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba sus resultados demostraron que si hubo efecto de los diferentes tratamientos en la respuesta del número de semillas por escapo de los tratamientos utilizados en el ensayo, sus promedios variaron de 680,88 a 855,999, superiores los obtenidos en la presente investigación.

5.6 Peso de las semillas por planta

Tabla 15

Análisis de varianza peso de semillas (g) por planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	0,01
Bloques	3	1,523	0,507	1,533	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	19,530	6,510	19,655	3,86	6,99 **
Error	9	2,980	0,331			
Total	15					
		24,033				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 9,351%

La Tabla 15 del análisis de varianza del peso de semillas muestra que no hubo diferencias significativas entre los bloques, lo que sugiere que estos fueron homogéneos. En cuanto al factor tratamiento, se encontraron diferencias altamente significativas, indicando que al menos uno de los tratamientos fue superior en términos de peso de semillas en comparación con los demás. El coeficiente de variabilidad del 9,351 % indica una homogeneidad aceptable del material experimental, lo cual valida la fiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 16

Prueba de significación de Duncan peso de semillas (g) por planta

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	7,64	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	6,48	b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	5,93	b
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	4,56	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 16, de la prueba de significación de Duncan de peso de semilla evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 7,64 y 6,48 g los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 5,93 y 4,56 g respectivamente al respecto Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa* L.) cultivar Locumba sus resultados demostraron que si hubo efecto de lo diferentes tratamientos en la respuesta al peso de semillas por planta logrando su mayor promedio con 7725 g similar al obtenido en la presente investigación al respecto el INIA. (1999) Señalan que el cultivo de cebolla, para un buen rendimiento de expresados en cantidades de semilla por unidad de área, dependen de muchos factores tales como: distancia de siembra, humedad disponible durante el ciclo, niveles de fertilización, presencia de insectos polinizadores, temperatura ambiental y vientos predominantes.

5.7 Rendimiento de semilla (g/parcela)

Tabla 17

Análisis de varianza para rendimiento de semilla (g/parcela)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01
Bloques	3	6827,25	2275,75	1,609	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	85664,25	28554,75	20,192	3,86	6,99 **
Error	9	12727,50	1414,167			
Total	15	105219				

Fuente: Elaboración Propia ** altamente significativo CV: 9,254%

La Tabla 17 del análisis de varianza del rendimiento (g/parcelas) de

semillas muestra que no hubo diferencias significativas entre los bloques, lo que indica que los bloques fueron homogéneos. En cuanto al factor tratamiento, se encontraron diferencias altamente significativas, lo que sugiere que al menos uno de los tratamientos es superior en términos de rendimiento en comparación con los demás. El coeficiente de variabilidad del 9,254 % indica una homogeneidad aceptable del material experimental, validando la fiabilidad de los datos experimentales.

Tabla 18

Prueba de significación de Duncan rendimiento (g/parcela) de semillas

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	504,710	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	427,845	b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	391,545	b
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	301,250	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 18, de la prueba de significación de Duncan de rendimiento por parcela evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 504,710 y 427,845 g/parcela los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 391,545 y 301,250 kg/parcela respectivamente al respecto Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba sus resultados demostraron que si hubo efecto de los diferentes tratamientos en la respuesta al rendimiento (kg/ha) logrando su mayor promedio con 584,75 kg/ha inferior al obtenido en la presente investigación.

5.8 Rendimiento de semillas en kg/ha

Tabla 19

Análisis de varianza para de rendimiento se semilla (kg/ha)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0,05	0,01
Bloques	3	21227,80	7092,580	19,720	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	1673,170	557,723	1,5500	3,86	6,99 **
Error	9	3237,600	359,733			
Total	15	2618850				

Fuente: Elaboración Propia

** altamente significativo

CV: 9,21%

La Tabla 19 del análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) de semillas muestra que no hubo diferencias significativas entre los bloques, lo que indica que los bloques fueron homogéneos. Para el factor tratamiento, se encontraron diferencias altamente significativas, sugiriendo que al menos uno de los tratamientos es superior a los demás. El coeficiente de variabilidad del 9,21 % indica una homogeneidad aceptable del material experimental, lo que confirma la fiabilidad de los datos experimentales.

Tabla 20

Prueba de significación de Duncan rendimiento (kg/ha) de semillas

Orden de mérito.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ Bulbos > 8 cm de diámetro	252,037	a
2	T ₃ Bulbos de 6-8 cm de diámetro	213,922	b
3	T ₂ : Bulbos de 4-6 cm de diámetro	195,622	b
4	T ₁ : Bulbos de 2-4 de diámetro,	150,645	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

La tabla 20, de la prueba de significación de Duncan de rendimiento (kg/ha) evidencia que los tratamientos T₄ y T₃ lograron el mayor promedio con 252,037 y 213,922 kg/ha los tratamientos de menor promedio fueron los tratamientos T₂ y T₁ con promedios de 195,622 y 150,645 kg/ha respectivamente al respecto Carnero, (2007) en su investigación aplicó el bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba sus resultados demostraron que si hubo efecto de los diferentes tratamientos en la respuesta al rendimiento (kg/ha) logrando su mayor promedio con 584,75 kg/ha inferior al obtenido en la presente investigación.

5.9 Porcentaje de germinación de la semilla cosechada

Tabla 21

Análisis de varianza de porcentaje de germinación de la semilla cosechada

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0,05	0,01
Bloques	3	4,187	1,395	1,313	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	2,687	0,895	0,843	3,86	6,99 ns
Error	9	9,562	1,062			
Total	15	16,437				

Fuente: Elaboración Propia

ns: No significativo

CV: 1,061%

La Tabla 21 del análisis de varianza indica que no hubo diferencias significativas entre los bloques, lo que sugiere que los bloques fueron homogéneos. Asimismo, el factor tratamiento tampoco mostró significación estadística, lo que indica que todos los tratamientos tuvieron un efecto similar

sobre la variable de estudio. El coeficiente de variabilidad de 1,061 % refleja una alta homogeneidad del material experimental, lo que confirma que los datos experimentales son confiables.

CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento de semilla (kg/ha) se obtuvo con los tratamientos los tratamientos T₄ Bulbos > 8 cm de diámetro y T₃ Bulbos de 6-8 cm que lograron el mayor promedio con 252,037 y 213,99 kg/ha

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos similares al presente trabajo de investigación, bajo condiciones agro climáticas diferentes en zonas productoras.
2. Se recomienda a los agricultores que, debido a la corta duración de almacenamiento de la semilla de cebolla y su sensibilidad al calor y la humedad, deben tomar medidas para proteger las semillas de la alta humedad mediante el uso de paquetes sellados, así como de las altas temperaturas durante el transporte y el almacenamiento.
3. Establecer semilleros de cebolla de alta tecnología, puesto que el cultivo de cebolla cada vez toma mayor importancia, debido a su alta demanda en el mercado internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALJARO, A. 2001. Estado tecnológico presente de la cebolla en Chile. In: Aljaro, A. ed. Segundo curso taller de cebollas. Santiago, agosto de 2001. pp13- 22.
- AÑEZ, B. Y E. TAVIRA D. 1986. Aplicación de N, P y K a diferentes poblaciones de plantas de cebolla. Turrialba 36 (2): 163-170.
- BREWSTER J.I. 2001, "Las cebollas y otros Alliums" edit. Acribia Zaragoza - España 253 pp
- BREWSTER, J.L. 1990. Cultural systems and agronomic practices in temperate climates. In: Rabinowitch, H.D. and Brewster, J.L. (eds) Onions and Allied Crops, Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 1–30.
- CALZADA 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica S. A. 3º edición Lima –Perú
- CARRANZA G. (2009) Comparativo de nueve Cultivares de Cebolla roja (*Allium cepa* L.) bajo condiciones del Valle de Nepeña – Ancash. Título Ing. Universidad Agraria La Molina
- CALZADA 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica S. A. 3º edición Lima –Perú
- CARNERO, R, (2007) efecto del bioestimulante speedfol en la producción de semilla botánica de cebolla (*Allium cepa*) cultivar Locumba

- CASTILLO, H. 1999. Aspectos eco fisiológicos del cultivo de cebolla. In: Tapia, M. eds. El Cultivo de la Cebolla. Santiago, Universidad de Chile pp. 19-24.
- CERNA O; Kline S; Kline W “Guía sobre producción de cebolla para exportación” San Pedro Sula Honduras. (58 Pág.)
- DE LA FLOR 1990 Datos básicos de cultivo Hortícola La Molina (UNA). Lima Perú 87 Pág.
- DENISEN, E. L. 1991. Fundamentos de la horticultura. Editorial Limusa. 2da. edición. México. 604 páginas.
- FAO (1992) cultivo de cebolla
- GIACONI, V (1997) “Cultivo de Hortalizas” editorial universitaria 5ª Edición Santiago de Chile (Pág. 41-147)
- GORIN, R., 1997. Cebolla en zona tropical. Francia. Techasen
- HUERRES, C.; CARABALLO, N. 1988. Horticultura. La Habana, CU. Editorial Pueblo y Educación.
- KOMOCHI, S. 1990. Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H and Brewster, J. eds. Onions and allied crops. Boca Raton, CRC. Vol 1 pp89-111.
- LAZO J 1996, “Innovación en la producción comercial de cebollas” i curso regional

- MANN, J. 1983. Translocation of photosynthate in bulbing onions. Australian Journal of Plant Physiology 10(6):515-521. Abstract (texto completo no consultado)
- MAROTO, J. 1994. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi-Prensa. 611 p.
- Medina, J. 2003. Respuesta a la densidad población a diferentes niveles de nitrógeno. Reporte de investigación. Santo Domingo, DO. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF.
- MENDOZA R. 1986, Clasificación Genética y Mejoramiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) y especies Afines. UNAS – Arequipa. 88 pp.
- Montás, F. (1991). Guía del cultivo de cebolla. Guía Técnica No. 9. Santo Domingo, DO. Fundación de Desarrollo Agropecuario. 20p.
- MONTES, A.; HALLE, M. 1990. El cultivo de las amarilidáceas, cebolla, ajo y puerro. Zamorano, HN. Escuela Agrícola Panamericana. 47 p.
- NAMESNY, A. 1993. Post-recolección de Hortalizas. Reus, Ediciones de Horticultura. 294 p.

ANEXOS

Anexo 1: Porcentaje de germinación por parcela.

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	98	97	96	98
T ₂	96	98	98	98
T ₃	98	96	98	98
T ₄	95	96	97	98

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Número de bulbos brotados por parcela.

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	47	50	48	50
T ₂	45	48	50	49
T ₃	49	50	49	50
T ₄	50	50	48	50

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Número de tallos florales emitidos por planta

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	4	4	4	3
T ₂	5	5	5	6
T ₃	5	6	6	6
T ₄	6	6	7	6

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Altura de tallos florales.

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	50,32	55,17	50,25	54,82
T ₂	55,62	54,18	56,15	58,32
T ₃	60,32	60,00	59,98	55,15
T ₄	62,00	61,25	60,18	58,71

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5: Número de umbelas por planta

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	4,5	4,7	4,8	4,5
T ₂	5,4	5,5	6,2	5,4
T ₃	6,1	7,5	8,0	8,1
T ₄	7,8	8,0	7,5	8,5

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6: Número de escapos florales por planta

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	4,5	4,8	5,0	6,1
T ₂	6,5	5,0	5,2	5,4
T ₃	5,8	6,2	6,1	6,4
T ₄	6,5	6,4	6,8	7,0

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Número de semillas por capsulas

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	548	660	585	601
T ₂	598	615	647	610
T ₃	625	695	687	650
T ₄	771	719	715	795

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8: Peso de semilla por planta (g)

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	3,98	4,52	4,02	5,74
T ₂	5,81	6,05	5,45	6,42
T ₃	6,42	5,74	6,85	6,92
T ₄	7,00	7,65	8,45	7,45

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9: Peso de semilla por parcela (g)

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	262,68	298,32	265,32	378,84
T ₂	383,46	399,30	359,70	423,72
T ₃	423,72	378,84	452,10	456,72
T ₄	462,00	504,90	557,70	491,70

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10: Rendimiento semilla por kg/ha

Tra/Bloq.	I	II	III	IV
T ₁	131,340	149,160	132,660	189,420
T ₂	191,730	199,650	179,850	211,860
T ₃	211,860	189,420	226,050	228,360
T ₄	231,00	252,450	278,850	245,850

Fuente: Elaboración Propia