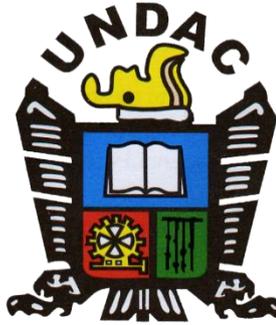


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*
L) variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco
2023**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

Autores:

**Bach. Sebastián ATENCIO HIDALGO
Bach. Flor de María CALIXTO COELLO**

Asesor:

Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*
L) variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco
2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE
PRESIDENTE**

**Dr. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
MIEMBRO**

**Mg. Rocio Karim PAITAN GILIAN
MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 086-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
CALIXTO COELLO, Flor de María
ATENCIO HIDALGO, Sebastián

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Pasco

Tipo de trabajo
Tesis

**Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.)
variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco 2023**

Asesor
Dr. Llanos Zevallos, Manuel

Índice de similitud
9 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 25 de setiembre de 2024



Firmado digitalmente por JUANES
TOWAR Luis Antonio FALU
20154905046 soft
Número: Soy el autor del documento
Fecha: 25.09.2024 19:47:52 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres que ya no están, y a mis hermanos, quienes han sido mi guía y apoyo a lo largo de mi camino profesional. Con su ejemplo, dedicación y constantes palabras de ánimo, siempre confiaron en mí y me motivaron a seguir adelante hasta alcanzar mi objetivo.

Flor de María Calixto Coello

Agradezco a Dios por haberme guiado por el camino correcto, dándome la fortaleza para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades. De manera especial, expreso mi gratitud a mi madre y a mis abuelos por su apoyo incondicional, sus consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos complicados. Ellos me han dado todo lo que soy como persona: los valores, principios, carácter, dedicación, perseverancia y valentía para alcanzar mis metas.

Sebastián Atencio Hidalgo

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS, asesor de la presente tesis expresamos nuestros agradecimientos de manera especial a los miembros de jurado calificador de tesis: por las sugerencias y la revisión de la tesis.

Nuestro reconocimiento y agradecimiento a los docentes de la Escuela de Agronomía de la UNDAC, por habernos inculcado sus conocimientos y sus experiencias en las clases y que han servido de mucho en nuestra formación profesional.

A nuestra alma mater la UNDAC, y a los catedráticos de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, quienes contribuyeron en nuestra formación profesional.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de las densidades de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*, L) variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca 2023, la metodología utilizado se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel experimental, diseño BCA con cuatro bloques y cuatro tratamientos compuestos por los distanciamientos entre plantas de 0.08, 0.12, 0.16 y 0.20 m, entre surcos se utilizó un solo distanciamiento de 0.40 m, el análisis inferencial de los datos se realizó mediante la prueba paramétrica análisis de varianza y para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan al nivel de 5 % y 1 % de significación en el rendimiento y calidad del producto de ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, donde el tratamiento de menor distancia D1 (0.08 m) se obtuvo el promedio mas alta con un rendimiento de 15143.85 kg/ha y D2 (0.12 m) con 12143.85 kg/ha, con éstas distancias se obtuvieron el promedio más alto en rendimiento; pero la calidad del producto es inferior. Resultandos mejores los distanciamientos de D3 (0.16 m) con 11108.53 kg/ha y D4 (0.20 m) con 9707.66 kg/ha, los cuales se ha observado productos de calidad especialmente en tamaño.

En cuanto a los componentes del rendimiento como altura de plantas, peso de bulbos, número de dientes por bulbo, no mostraron diferencia estadística entre los tratamientos.

Palabras clave: densidad, rendimiento, variedad, ajos.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the effect of plant densities on the yield of garlic cultivation (*Allium sativum*, L) variety Chaulán in edaphoclimatic conditions of Huariaca 2023, the methodology used was developed based on the quantitative approach, type applied , experimental level, BCA design with four blocks and four treatments composed of distances between plants of 0.08, 0.12, 0.16 and 0.20 m between rows, a single distance of 0.40 m was used, the inferential analysis of the data was carried out using the test parametric analysis of variance and for the comparison of the means of the treatments, Duncan's significance test was used at the level of 5% and 1% of significance in the yield and quality of the Chaulán variety garlic product in edaphoclimatic conditions of Huariaca, where The treatment with the shortest distance D1 (0.08 m) obtained the highest average with a yield of 15143.85 kg/ha and D2 (0.12 m) with 12785.59 kg/ha, with these distances the highest average yield was obtained; but the quality of the product is inferior. The distances of D3 (0.16 m) with 11108.53 kg/ha and D4 (0.20 m) with 9707.66 kg/ha were better, which have shown quality products, especially in size.

Regarding the performance components such as plant height, bulb weight, number of cloves per bulb, they showed no statistical difference between the treatments.

Keywords: density, yield, variety, garlic.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum*, L) es un cultivo muy difundido en el Perú, se cultiva en promedio 7,000 has por campaña, se cultivan desde el nivel del mar hasta 3,500 m.s.n.m, INIA, (2009)

Las regiones de mayor producción son Arequipa con 60,001 t, Lima con 4,557 t, Cajamarca con 5,692 t, Junín con 1,638 t, La Libertad con 4,774 t, Ayacucho con 1,914 t, Huánuco con 592 t, y Apurímac con 115 t/año, Minagri, (2008).

El ajo tiene propiedades medicinales, ya que actúa como un antibiótico natural, ayuda a combatir el reumatismo, tiene efectos diuréticos y antidiabéticos. También contribuye a controlar la presión arterial y reduce el riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Hoy existen numerosas especialidades culinarias muy difundido a base de ajo, es decir, el ajo es un condimento indispensable, Agro Rural, (2020).

En los últimos años, el ajo ha sido reconocido como una de las hortalizas medicinales más destacadas, ganando importancia y amplia difusión.

En la región Pasco, existe demanda de ajo, además las condiciones agroecológicas de producción son favorables en las provincias de Cerro de Pasco y Daniel Alcides Carrión; pero la producción de ajo es menor y la calidad también es inferior. De este modo, surge el interés por investigar cómo influye la densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo de la variedad Chaulán, bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Huariaca (Huancayo). En la presente investigación se ensayó “Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*, L) variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca-Pasco – 2023”

El presente experimento se realizó con el propósito de demostrar cuál de las cuatro densidades de ajo variedad Chaulán resulta tener mejor rendimiento, de esta manera contribuir con los agricultores dando una propuesta viable, con fines de mejorar los ingresos de los agricultores de campo.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas - científicas	7
2.2.1. Origen e historia del cultivo	7
2.2.2. Importancia del cultivo de ajo	7
2.2.3. Clasificación taxonómica	8

2.2.4. Descripción botánica	8
2.2.5. Variedades de ajo	9
2.2.6. Requerimientos agroecológicos del cultivo	10
2.2.7. Manejo agronómico	11
2.2.8. Densidad de plantas.....	13
2.2.9. Competencia entre plantas.....	13
2.2.10. Producción y rendimiento de ajo.....	14
2.2.11. Influencia de la densidad de siembra en el rendimiento de ajo.....	14
2.2.12. Componentes del rendimiento	15
2.2.13. Requerimiento nutricional del cultivo de ajo.....	15
2.3. Definición de términos básicos	16
2.4. Formulación de hipótesis	17
2.4.1. Hipótesis general.....	17
2.4.2. Hipótesis específicas.....	17
2.5. Identificación de variables.....	17
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	18

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	19
3.2. Nivel de investigación	19
3.3. Métodos de investigación	19
3.4. Diseño de investigación	19
3.4.1. Material genético	19
3.4.2. Diseño experimental.....	19
3.4.3. Características del experimento	20
3.5. Población y muestra	23
3.5.1. Población	23
3.5.2. Muestra	24

3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	24
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
3.8.1.	Análisis de varianza.....	24
3.8.2.	El modelo de ecuación lineal	25
3.9.	Tratamiento estadístico.....	26
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	26

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	27
4.1.1.	Ubicación del campo experimental	27
4.1.2.	Ubicación geográfica	27
4.1.3.	Análisis de suelo	28
4.1.4.	Interpretación de resultados del análisis del suelo.....	28
4.1.5.	Datos meteorológicos.....	29
4.1.6.	Conducción del experimento	29
4.1.7.	Registro de datos	32
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	32
4.2.1.	Días a la emergencia.....	33
4.2.2.	Altura de planta (cm) a los 60 días	35
4.2.3.	Altura de planta (cm) a los 120 días	37
4.2.4.	Días a la cosecha.....	39
4.2.5.	Número de dientes/bulbo.....	41
4.2.6.	Diámetro de bulbo	43
4.2.7.	Peso de bulbo (g)	45
4.2.8.	Rendimiento kg/hectárea.....	47
4.3.	Prueba de hipótesis	49
4.4.	Discusión de resultados.....	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: <i>Cantidad de Fertilizante</i>	12
TABLA 2: <i>Extracción de nutrientes en la producción de ajos</i>	16
TABLA 3: <i>Definición operacional de variables e indicadores</i>	18
TABLA 4: <i>Cantidad y Extensión de plantas por Tratamiento</i>	23
TABLA 5: <i>Análisis de Varianza</i>	25
TABLA 6: <i>Factor y tratamientos. Abono Mallki y fungicida</i>	26
TABLA 7: <i>Resultados y metodología del análisis del suelo</i>	28
TABLA 8: <i>Datos meteorológicos del período de investigación</i>	29
TABLA 9: <i>Parámetros de evaluación</i>	32
TABLA 10: <i>Análisis de varianza para la variable días a la emergencia</i>	33
TABLA 11: <i>Prueba de Duncan para para la variable días a la emergencia</i>	34
TABLA 12: <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 60 días</i> ..	35
TABLA 13: <i>Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) a los 60 días</i>	36
TABLA 14: <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 120 días</i>	37
TABLA 15: <i>Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) a los 120 días</i>	38
TABLA 16: <i>Análisis de varianza para la variable días a la cosecha</i>	39
TABLA 17: <i>Prueba de Duncan para la variable días a la cosecha</i>	40
TABLA 18: <i>Análisis de varianza para la variable número de dientes / bulbo</i>	41
TABLA 19: <i>Prueba de Duncan para la variable número de dientes/bulbo</i>	42
TABLA 20: <i>Análisis de varianza para la variable diámetro de bulbo (mm)</i>	43
TABLA 21: <i>Prueba de Duncan para la variable diámetro de bulbo (mm)</i>	43
TABLA 22: <i>Análisis de varianza para la variable peso de bulbo (g)</i>	45
TABLA 23. <i>Prueba de Duncan para la variable peso de bulbo (g)</i>	46
TABLA 24: <i>Análisis de varianza para la variable del rendimiento (kg/ha)</i>	47
TABLA 25: <i>Prueba de Duncan para la variable del rendimiento (kg/ha)</i>	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Promedio de días de emergencia del ajo variedad Chaulán</i>	34
Figura 2: <i>Promedio altura de plantas a los 60 días</i>	36
Figura 3: <i>Promedio de altura de planta (cm) a los 120 días</i>	38
Figura 4: <i>Promedio de días de cosechas</i>	40
Figura 5: <i>Promedio número de dientes/bulbo de ajo variedad Chaulán</i>	42
Figura 6: <i>Porcentaje de diámetro de bulbo</i>	44
Figura 7: <i>Promedio peso del bulbo en gramos</i>	46
Figura 8: <i>Promedio de rendimiento</i>	48

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

A nivel global, la superficie dedicada a la producción y comercialización de productos orgánicos continúa en crecimiento. Se busca alcanzar una agricultura autosostenible, fundamentada en prácticas sostenibles a corto plazo para cubrir las necesidades actuales sin comprometer los recursos del futuro. La meta es llegar a una producción de 10,000 kg/ha (Siliquini, et al, 2020).

A nivel nacional, particularmente en la región central del país, el Agro Rural (2020) señala que, aunque existen condiciones edafoclimáticas favorables para la producción de ajo, la demanda sigue sin ser satisfecha. Esto se debe a que los rendimientos de este cultivo son bajos y de mala calidad. Además, el clima, el entorno ecológico y la calidad del suelo en gran parte de las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión también influyen en estos resultados son muy adecuados para el cultivo de ajo, esto es muy poco cultivado pese que es utilizado como condimento indispensable en la cocina. En el primer semestre del 2024, Perú exportó 1,829 toneladas de ajo por un valor de 2.5 millones de dólares, lo que representa una contracción del 65 % del volumen y del 59 % en valor en comparación con el año anterior, Infoagro, (2024).

En el distrito de Huariaca, los agricultores se dedican en la siembra de papa, alfalfa, maíz, otras hortalizas solo para autoconsumo, entonces el mercado local no ha logrado la satisfacción de la demanda poblacional, es más la temperatura, las precipitaciones, el nivel ecológico y la calidad de los suelos en gran parte de esta región es muy apropiada para el cultivo de ajo, sin embargo, muchos agricultores no se dedican a su producción, a pesar de que es un condimento esencial en la cocina cotidiana.

El ajo es adquirido de la costa, teniendo una distancia considerable por vía terrestre, para abastecer al mercado local, por lo que los costos son altos y escasea el producto en especial en épocas de invierno por la interrupción de las vías de comunicación.

En este caso es importante conocer la densidad adecuada de plantas de ajo y El objetivo de esta investigación es analizar cómo la densidad de plantas influye en el rendimiento del ajo de la variedad Chaulán, cultivado bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca, con el fin de mejorar la producción y rentabilidad en la zona, por lo tanto, resulta de importancia conocer la densidad adecuada de plantas para mejorar la producción y la rentabilidad en este cultivo.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El presente experimento se ejecutó en los terrenos de la UNDAC en la localidad de Huariaca y se encuentra ubicado a 2.5 km del centro de Huariaca, en la margen izquierda del río Huallaga de la provincia y región Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se ejecutó durante los meses de setiembre del 2023 a marzo del 2024.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo, variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas con respecto a los componentes altura de planta, diámetro de bulbos, N° de dientes, peso de bulbos del cultivo de ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca?
- ¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas respecto al rendimiento del cultivo de ajo variedad Chaulán, en condiciones edafoclimáticas de Huariaca?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de las densidades de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo, variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de las densidades de plantas respecto a los componentes altura de plantas, diámetro del bulbo, N° de dientes, peso de bulbos en ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.
- Determinar el efecto de las densidades de plantas respecto al rendimiento del cultivo de ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

1.5. Justificación de la investigación

Económico: los agricultores de Huariaca se benefician al obtener precios más altos por sus productos orgánicos, los cuales tienen una gran demanda en los mercados locales, ya que con una adecuada densidad de siembra se incrementará el rendimiento del cultivo, que como alternativa aumenten sus ingresos económicos los hombres de campo, es más que el distrito de Huariaca tiene un clima favorable para la producción de hortalizas entre ellas el ajo, además, el suelo y otras características son una ventaja para introducir diferentes variedades.

Social: con este trabajo se motivará a los agricultores de Huariaca, que manejen una densidad de siembra más adecuada, y con esto crear más puestos de trabajo, generando más ingresos económicos a los agricultores teniendo en cuenta los altos costos en estos últimos meses.

Alimentación: el ajo tiene propiedades nutricionales y medicinales. Su consumo ayuda a combatir problemas circulatorios, ayuda a bajar el colesterol, trata problemas cardiovasculares como la presión alta, baja azúcar en la sangre.

1.6. Limitaciones de la investigación

No hubo registro e información local de la producción del ajo, asimismo, no se presentaron limitaciones de mucha consideración durante el desarrollo del cultivo relacionado con las variables en estudio, es más las condiciones climáticas, la presencia de plagas y enfermedades fueron mínimas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Delgado (2015), menciona que el objetivo de determinar el mejor distanciamiento de siembra que permita mayor rendimiento de ajo, la investigación siguió la metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental, la contrastación de la hipótesis fue con ANVA; los resultados mostraron que el distanciamiento de siembra de 10 cm obtuvo una mayor altura de 37.4 cm; el mayor diámetro de bulbo que fue 70.5 mm; se obtuvo con el distanciamiento de 25 cm; el tratamiento con mayor número de dientes fue el de 15 cm entre plantas con un promedio de 13 dientes por bulbo; y el tratamiento con mayor peso de bulbo lo obtuvo el de 10 cm entre plantas con un promedio de 114.13 gr por bulbo de ajo, concluyo que no existe significación estadística para los componentes altura de plantas, diámetro de bulbos; número de dientes por bulbo y peso de bulbo.

Reyes (2015) indica en su tesis denominado densidad de planta en el rendimiento de ajo (*Allum sativum* L) variedad morado arequipeño, como resultado de la investigación del factor de precocidad que concentra sobre los días de brotación, inicio de formación de bulbos y dureza fisiológica; los resultados

mostraron que el mayor promedio del total de bulbos de ajo en kg/ha donde la densidad 444,444 plantas/ha reportó un rendimiento de 24 380 kg/ha.

Castro (2021) en su investigación dirigida a determinar el efecto de tres densidades de siembra en cultivo de cebollín bajo (80,26 y 16 plantas/m²), con distanciamientos de 0.05 y 0.25 m entre plantas y de 0.25 m entre surcos, concluyo que para el factor densidad de siembra la más notable fue el crecimiento en altura de planta y número de hojas en un marco de plantación de 0.15 m; frente a una plantación de 0.05 m que no tuvo el mismo desarrollo. En el análisis económico, la mejor relación costo-beneficio se registra para una densidad de siembra de 80 plantas/m².

Jiménez (2019), Indica en sus Tesis Adaptación de 4 variedades mejoradas de ajo en condiciones agroecológicas de San Cristóbal- Huacrachuco; la metodología siguió un enfoque cuantitativo; tipo aplicada, diseño experimental de bloques completamente al azar; los resultados mostraron que los mejores promedios lo obtuvo la variedad de ajo arequipeño con 56,84 cm de altura de planta, 19.50 dientes pro bulbo, 4,99 cm de longitud de diámetro ecuatorial de bulbo, 56,23 gramos de peso por bulbo y un rendimiento de 6,25 toneladas por hectáreas, sembrado en una densidad de 0.45 m entre surcos y 0.20 m entre plantas.

Arroyo (2018) menciona en su Tesis desarrollo con el objetivo de comparar el efecto de dos técnicas de siembra y dos niveles de fertilización con guano de isla en precocidad y rendimiento de ajo; la metodología que siguió fue el enfoque cuantitativo; tipo aplicada, diseño experimental, la contrastación de la hipótesis fue con ANVA; los resultados mostraron que el tratamiento que fue sembrado con remojados y pelados abonados con 850 kg/ha de guano de isla, obtuvo el mejor rendimiento promedio, 11,65 kg/16 m², 53,84 gramos por bulbo, pero no se

muestra diferencia estadística significativa respecto al número de hojas por planta.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Origen e historia del cultivo

Fersini (1976) menciona que el ajo es una planta originaria del Sur oeste de Asia y de Europa. El ajo se ha cultivado durante miles de años; ya se consumía en India y Egipto alrededor del año 3000 a.C. A finales del siglo XV, los españoles llevaron el ajo al continente americano.

Los egipcios veían esta planta como impura, por lo que no la incluían en las tumbas, a diferencia de la cebolla, que siempre se ha asociado con propiedades medicinales. La cebolla es conocida por sus efectos diuréticos, depurativos, antisépticos y por estimular el apetito. Además, puede usarse como condimento y aromatizante.

2.2.2. Importancia del cultivo de ajo

INIA (2012) indica que el ajo es una hortaliza de origen asiático, bastante popular de la dieta local, se le cultiva para el aprovechamiento de sus bulbos. En Perú, hay una gran variedad de cultivares y eco-tipos según la región, que varían en color de bulbillos, tamaño de bulbillos, nivel de pungencia o picante, rendimiento y sanidad. Su importancia radica en la utilización como condimento y por sus propiedades medicinales.

El ajo es un cultivo muy difundido en el Perú, se le cultiva en casi todas las regiones, desde el nivel del mar hasta los 3500 m de altitud. En Arequipa se siembra el 38% del área total; en Cajamarca 17%, en Lima 11% y en Ayacucho 4%.

El rendimiento promedio nacional es menor de 8 tn/ha, debido al deficiente manejo, principalmente en el aspecto relacionado con la selección del bulbo-semilla.

Este cultivo tiene gran importancia social por la forma intensiva de siembra y la posibilidad de producir todo el año, constituyendo una fuente estable de mano de obra.

2.2.3. Clasificación taxonómica

Vavilov (1951) señaló como centro de diversidad genética del ajo a Asia Central y el Mediterráneo. Al ajo se le ubica en la siguiente forma taxonómica:

División : Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Subclase : Liliidae

Orden : Liliales

Familia : Alliaceae

Sub familia : Allioideae

Género : Allium

Especie : *Allium sativum*,

2.2.4. Descripción botánica

Según Infoagro (2024) El ajo es considerado hortaliza, herbácea, cuyas características morfológicas se distingue fácilmente de otros cultivos Allium. En general el ajo puede ser tamaño medio. Sus principales características son los siguientes:

- **Sistema radicular:** La raíz es bulbosa, compuesta de 6 a 12 bulbillos (dientes de ajo), reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como “cabeza de ajos”. Cada bulbillo se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo delgada, rojiza, membranosa, transparente y muy delgada. De la parte superior del bulbo nacen las partes fibrosas que se introducen al suelo para alimentar y anclar la planta.
- **Tallos:** Son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidas y erectas, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación se suelen dejar de 2- 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.
- **Hoja:** radicales largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.
- **Tallo:** asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55, terminando por las flores.
- **Flores:** Se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta 6 pétalos y un pistilo.

Aunque se han identificado clones fértiles, los bajos porcentajes de germinación de las semillas y las plántulas de bajo vigor hacen que el ajo se haya definido como un apomíctico obligado, término que se refiere a su capacidad para producir embriones sin existir fecundación previa.

2.2.5. Variedades de ajo

García (1996) manifiesta que estos cultivares o eco tipos han sido generados, a través del tiempo, por la multiplicación vegetativa de la variedad

originaria. Este tipo de reproducción mantiene el genotipo varietal del eco tipo, pero facilita la propagación de todo tipo de enfermedades y mal formaciones genéticas.

Se puede agrupar en tipos y en función de las siguientes características:

- a) **Características morfológicas:** como la coloración de las túnicas de protección.
- b) **Características fisiológicas:** como duración de fotoperiodo, precocidad y emisión de escapos florales.
- c) **Varietades de ajo en el Perú:** Ajo morado arequipeño, ajo napurí, ajo massone, ajo criollo, ajo pata de perro, ajo serrano, ajo barranquino, ajo arequipeño, ajo blanco INIA, ajo cincomesino, ajo Chaulán, ajo Napurí, ajo margosino.

2.2.6. Requerimientos agroecológicos del cultivo

Clima: Quispe citado por García (1996) menciona que para la brotación requiere una temperatura mínima de 5 °C y máxima de 30°C, siendo la temperatura óptima entre 20-22°C. Durante el desarrollo vegetativo requiere una temperatura mínima de 5°C, máximo de 35°C y un óptimo de 20°C.

Suelo: Balbín (1985) menciona indicando que el ajo se adapta a diferentes tipos de suelo cuando están bien drenados. Terrenos ligeros, ricos en materia orgánica, un pH entre 6.0 y 6.5 y buena disponibilidad de nutrientes son óptimos para el cultivo; indica que el suelo no debe poseer gran contenido de calizas, suelos con pH menor de 5.5 no permiten el buen desenvolvimiento del cultivo; pues elementos como aluminio y manganeso.

INIA (2009) mencionan que en el Perú se puede sembrar en las Regiones de Arequipa, Ica, Lima, Huaraz y Chimbote. Para un adecuado desarrollo de las hojas, es mejor sembrar en un clima templado, como en otoño o a comienzos del

invierno. Para inducir la formación de bulbos, se necesitan temperaturas nocturnas que varíen entre 8-10 °C y 14-16 °C (promedio en la costa central). Además, para la formación y maduración de los bulbos se requiere un clima templado a cálido (primavera y principios del verano) con temperaturas de entre 18 y 24 °C.

2.2.7. Manejo agronómico

Ibáñez (1972) sobre tamaño de dientes en la siembra, indica que los dientes sembrados afectan el tamaño de los bulbos cosechados; cuando los dientes son sembrados sin ningún acomodo en el surco, estos caen en diversas posiciones, como resultado se tiene plantas con cuellos torcidos. Los dientes se colocan con la parte más fina hacia arriba tapando con poca tierra y apretándola ligeramente.

A. Siembra:

Moroto (1989). Las modalidades de plantación varían considerablemente y pueden llevarse a cabo en líneas o hileras separadas entre 0.20 m y 0.30 m, dejando una distancia de 0.10 m a 0.15 m entre plantas. Alternativamente, la plantación puede efectuarse en surcos separados entre 0.40 m y 0.80 m, en los cuales los dientes se colocan en dos líneas o hileras a una distancia de 0.10 m a 0.15 m.

B. Riego:

Sotelo (1997) indica que es necesario realizar riegos frecuentes y poco abundantes hasta que comience el desarrollo de los frutos (bulbos). Por otro lado, Ibáñez (1972) refirió que los riegos deben ser ligeros y frecuentes, ya que la zona de las raíces no pasa de los 20 cm de profundidad regándose generalmente cada 8 días. Cuando el ajo ha llegado a su punto de madurez comercial, se interrumpe el riego para permitir que las hojas se sequen adecuadamente y así comenzar la cosecha.

C. Deshierbo:

Williams y Warren citado por Quispe (1994), El cultivo de ajo necesita dos o más deshierbos, realizándose uno a las tres semanas y otro a las seis semanas después de la siembra, siendo el primer deshierbo el más crucial.

D. Fertilización:

Vergniaud (1972) La cantidad de nutrientes extraídos por una cosecha con un rendimiento de 10,000 kg/ha y 30,000 plantas por hectárea se muestra en el siguiente cuadro. Estas cantidades corresponden a una cosecha de ajo.

TABLA 1: *Cantidad de Fertilizante*

Elemento	Cantidad kg.	Límites de cantidades (kg/ha)
Nitrógeno	150	10
Fósforo	30	1
Potasio	100	7
Calcio	20	1
Magnesio	8	8
Azufre	30	2

Fuente: (Vergniaud 1972)

E. Plagas y enfermedades:

Meneses (1985), señala que en años de baja pluviosidad las infecciones de tornan más serias y cuando son controladas adecuadamente, pueden causar el 50% pérdida de la producción: como trips, nematodos y podredumbre blanca.

F. Cosecha:

Sotelo (1997) El momento óptimo para la cosecha destinada al consumo suele determinarse observando los cambios en el color de las hojas y del falso tallo. Uno de los criterios utilizados es considerar la cosecha cuando aproximadamente dos tercios de las plantas han adquirido un tono amarillento, la presencia de solo 2 ó 3 el borde de hojas nuevas verdes o la flexión de la planta sobre el borde, ésta última se usa para variedades que no presentan tallo floral. En las operaciones de cosecha están el arrancado que consiste en cortar debajo de los bulbos, esto es de forma mecánica o manual, seguidamente se hace el curado.

2.2.8. Densidad de plantas

Fageria (1992) menciona que la densidad de plantación se define como el número de plantas plantadas por unidad de superficie de terreno, que tiene una influencia significativa en la producción. Ejemplo el fertilizante.

La densidad de siembra está relacionada con los efectos de competencia entre plantas, ya sea dentro de la misma especie o entre especies diferentes.

Willey (1994) indica que las plantas responden a una alta densidad de plantación de varias maneras: aumentando la altura y la longitud de los entrenudos y disminuyendo el número de ramas, nudos, hojas, flores y frutos.

Los principales factores que definen la densidad de plantación ideal incluyen la duración de la temporada de crecimiento, las propiedades de la vegetación, la disponibilidad de recursos para el desarrollo y la disposición espacial.

2.2.9. Competencia entre plantas

Arcila et al (2007) define a la competencia como una interacción mutuamente dañina entre dos o más individuos que intentan obtener un recurso común y limitado al mismo tiempo. Las competencias pueden ser intraespecíficas,

cuando ocurre dentro de la misma especie o interespecífica, cuando ocurre entre individuos de especies diferentes.

INIA (2009) Indican que, durante la etapa de germinación, las altas densidades por unidad de área no tuvieron un efecto inicial sobre los individuos. A medida que las plantas crecen, la competencia por el espacio, los nutrientes, el agua y la luz aumenta la competencia por las raíces y las hojas. En la competencia intraespecífica (monocultivo), se puede disminuir que el tamaño promedio de los árboles disminuye con el aumento de la densidad; en cambio en el tamaño de la estructura poblacional (jerarquía de tamaño) y mortalidad relacionada con la densidad.

2.2.10. Producción y rendimiento de ajo

Albújar, et al (2017) Indican que la región Arequipa posee la mayor área de siembra con 1 128 hectáreas, cuya producción promedio es de 13 892 toneladas y con un rendimiento de 12.3 toneladas por hectárea.

Delgado (1998) menciona que el Perú cuenta con unas 6 Variedades de ajo, de los cuales el “Morado arequipeño” bien conservado tiene unos 20 dientes con un diámetro promedio de 50 mm, rendimiento de 6500 kg/ha.

2.2.11. Influencia de la densidad de siembra en el rendimiento de ajo

León (1998) probó distancias entre hileras de 10, 20, 40 y 50 cm y 5, 7.5 y 10 cm entre plantas de ajo, encontrando que el rendimiento por área disminuye y el tamaño del bulbo aumenta a medida que aumenta la densidad de siembra, por lo que recomienda espaciamientos de 40 cm entre surcos y entre plantas de 7.5 a 10 cm.

Loayza (2000) mostró en su trabajo con el uso de la variedad “Huaralino” durante junio a julio a tres densidades (2, 3, y 4 hileras por surco a 10 cm cada una de las plantas) que el mejor momento y la densidad a sembrar para lograr alto rendimiento es en junio, a 4 hileras/surco, llegando obtener 8.4 t/ha.

Jiménez (2019) en una investigación realizado en Huacrachuco: recomienda una densidad de siembra de 0,45 m entre surcos y 0,20 metros entre plantas, para la variedad de ajo arequipeño, para obtener 56,23 gramos de peso por bulbo y un rendimiento de 6,25 t/ha.

2.2.12. Componentes del rendimiento

Gálvez (2013) afirma que el rendimiento es un rasgo fenotípico, regulado por las influencias del genotipo y ambiente, siendo este último el que más influye en las características cualitativas.

Camarena et al (2009) menciona que otro tipo de parámetros utilizado para describir la distribución del peso de rendimiento. Los componentes de rendimiento se agrupan en dos grupos:

- **Morfológicos:** el número de bulbos, el número de rama por planta, el número de dientes por bulbos y peso seco individual de tallos, ramas, bulbos y semilla.
- **Fisiológicos:** tamaño, duración del crecimiento foliar, el área foliar por unidades de peso y eficiencia de translocación de fotosintatos.

2.2.13. Requerimiento nutricional del cultivo de ajo

INIA (2009) menciona que la fertilización debe basarse en análisis de suelo, con una dosis de referencia de 250-100-200 kg/ha de NPK (costa central). La cantidad de fertilizante nitrogenado debe dividirse en 3 partes: siembra, 30 días y 60 días.

TABLA 2: *Extracción de nutrientes en la producción de ajos*

Rendimiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
t/ha.	Kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
7	160	99	175	19.5

Fuente: Elaborado con base en Agro rural 2020

Además, INIA concluye que abonando con 1800 kg/ha, de guano de isla se cumple con todos los requerimientos de nitrógeno, fósforo y algo de potasio, siendo cubierta la diferencia por otra fuente. Se recomienda 30 días después del prendimiento de las plantas. El potasio es un nutriente importante que interfiere con la formación de carbohidratos (azúcar), la formación de almidón y el transporte a los órganos de almacenamiento.

El cultivo del ajo requiere una gran cantidad de potasio (175 kg/ha, rendimiento de 7 a 10 toneladas), luego considere agregar este ingrediente para mantener una formulación de fertilizante balanceada.

2.3. Definición de términos básicos

- **Ajo:** es un cultivo muy difundido en el Perú, hortaliza muy utilizada mayormente en la cocina, como un saborizante natural, tiene sabor fuerte y algo picante. Pertenece a la familia de las liliáceas, se viene utilizando con fines medicinales.
- **Abonos orgánicos:** El término fuentes de materia orgánica se utiliza para referirse a los excrementos de ganados y de las aves, que consiste en la sustancia que pasa a través del tracto digestivo y que luego es fermentado. (Suquilanda, 2005).
- **Suelo agrícola:** es un insumo natural para el crecimiento de las plantas, además, se define como capas (horizontes) de suelo compuesto de materia

mineral meteorizada. El suelo agrícola es un producto final de la influencia del tiempo y se combina con el clima, la topografía, los restos de las plantas, animales y personas, (FAO, 2006).

- **Germinación:** es un fenómeno fisiológico donde el embrión emerge de la semilla, y luego al absorber agua del suelo que contiene nutrientes, se convierte en una planta similar a la planta madre.
- **Bulbo:** Es una estructura de almacenamiento durante todo su ciclo de vida que ha formado la planta de ajo, durante todo su ciclo de vida que se encuentra en la parte subterránea del suelo.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- Si las densidades de siembra del cultivo de ajo con la variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas son favorables entonces con la variedad en estudio se obtendrán buenos rendimientos.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las densidades de las plantas tendrán un efecto significativo al menos en uno de los componentes de rendimiento del cultivo variedad Chaulán.
- Las densidades de las plantas tendrán un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

2.5. Identificación de variables

- **Variable independiente:** Cultivo de ajo variedad Chaulán.
- **Variable Dependiente:** Rendimiento del cultivo de ajo.
- **Variable interviniente:** Condiciones edafoclimáticas.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

TABLA 3: Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente Densidad de plantas	Distanciamiento	$D_1 = 0.08 \text{ m}$
	entre plantas	$D_2 = 0.12 \text{ m}$
		$D_3 = 0.16 \text{ m}$
		$D_4 = 0.20 \text{ m}$
Dependiente Rendimiento	Rendimiento	Altura de planta cm
	Fenología	Diámetro de bulbo cm
	Días a la emergencia	Dientes/ bulbo unid.
	Días a la floración	Peso de bulbo/planta
	Días a la cosecha.	(U E)
Intervinientes Condiciones agroecológicas		precipitación pluvial mm
	Clima	Humad relativa %
	Suelo	Temperatura °C
		Características físicas
		Características químicas

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada y experimental, con un enfoque descriptivo y explicativo. Los resultados permitirán determinar la densidad óptima para la variedad Chaulan.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación utilizado es el explicativo experimental.

3.3. Métodos de investigación

En el experimento se adoptó el método de investigación experimental.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Material genético

Cultivo de ajo variedad Chaulán.

3.4.2. Diseño experimental

Se utilizará el Diseño de Bloques completos al azar (BCA) con 4 tratamientos y 4 bloques y 16 unidades experimentales, y para la comparación de promedio la prueba de Duncan con 0.01 por ciento de probabilidad.

3.4.3. Características del experimento

El cultivo de ajo variedad Chaulan se instaló con 4 densidades de Siembra.

Campo experimental:

Largo	14,20 m
Ancho	6.40 m
Área total	90.88 m ²
Área de caminos	19.20 m ²
Área neta experimental	71.68 m ²

Área de parcela:

Largo	2.80 m
Ancho	1.60 m
Área neta:	4.48 m ²

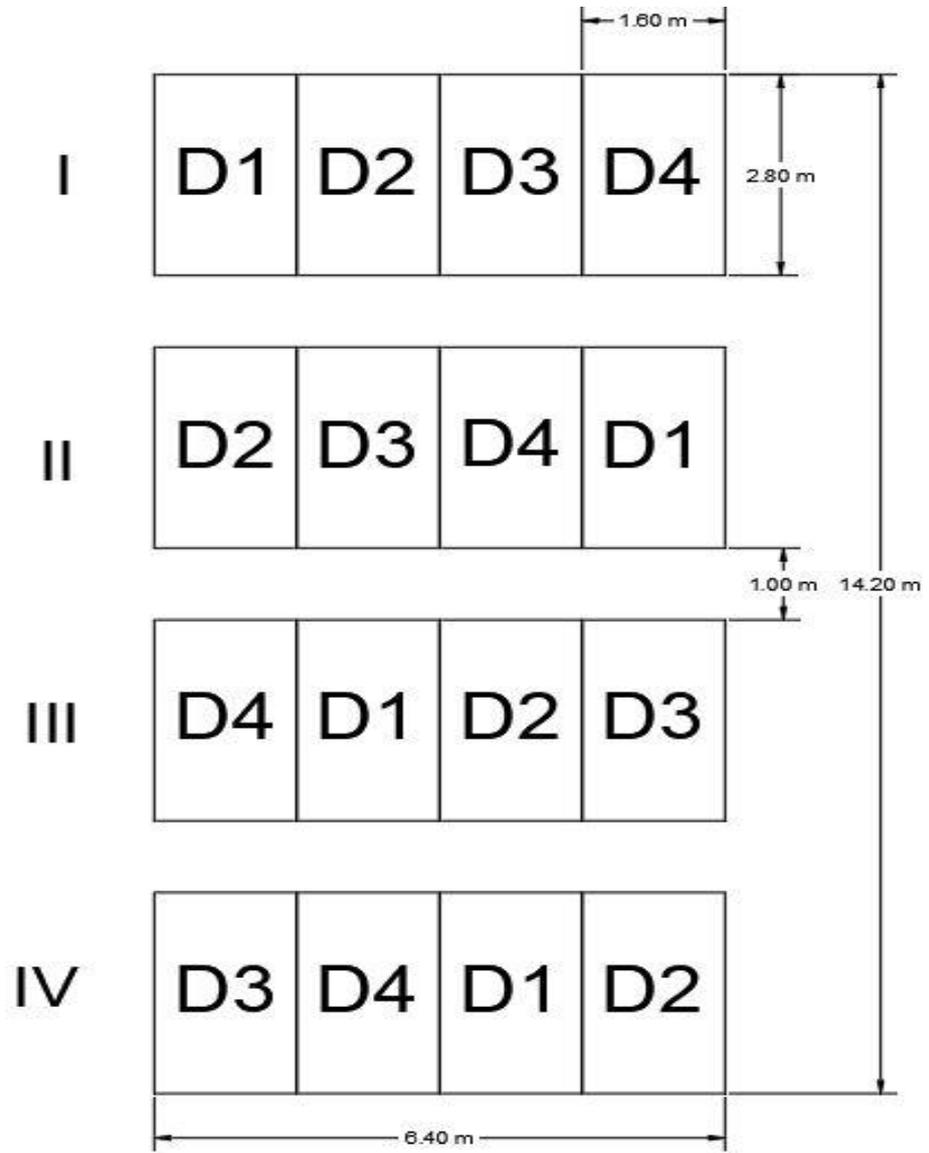
Bloques:

Largo	6.40 m
Ancho	2.80 m
Total	17.92 m ²
Número de parcelas/bloque	4
Número total de parcelas/experimento	16

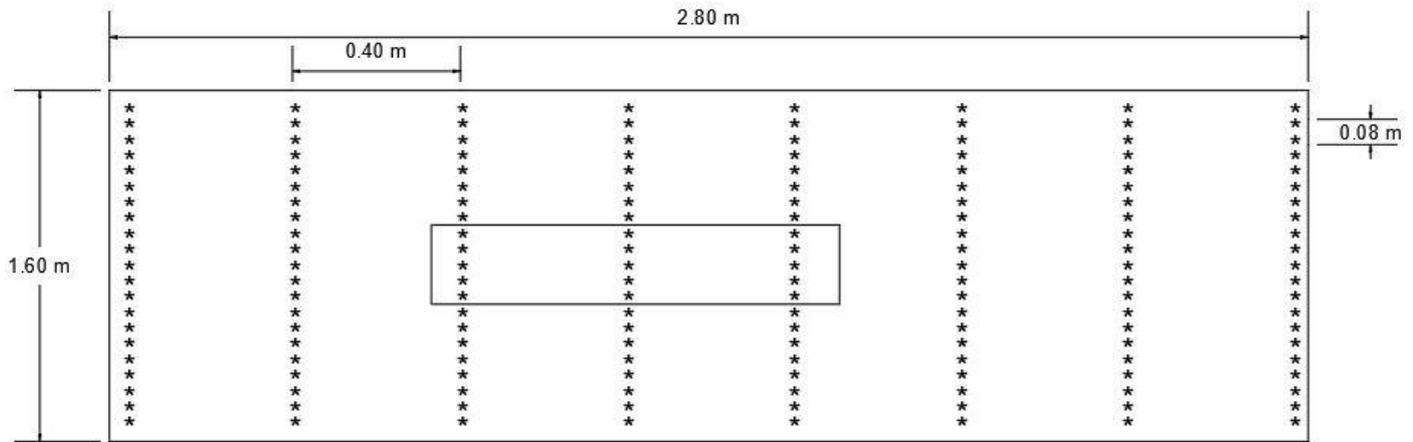
Surcos:

Nº de surcos por parcela neta	8
-------------------------------	---

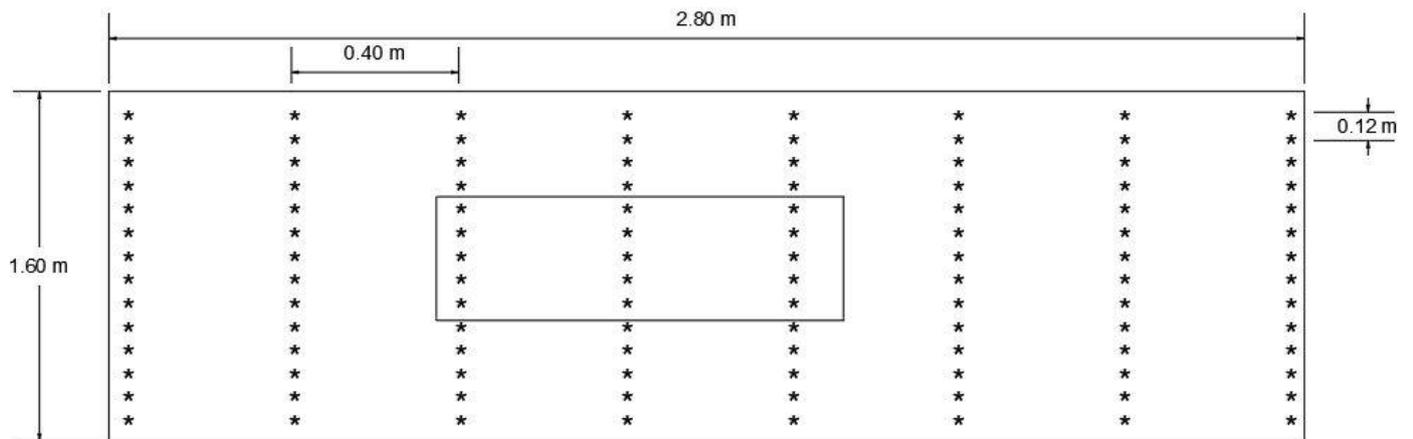
N° de surcos/experimento	32
Distancia entre surcos	0.40 m
Distancia entre plantas	0.08-0.12-0.16-0.20 m.



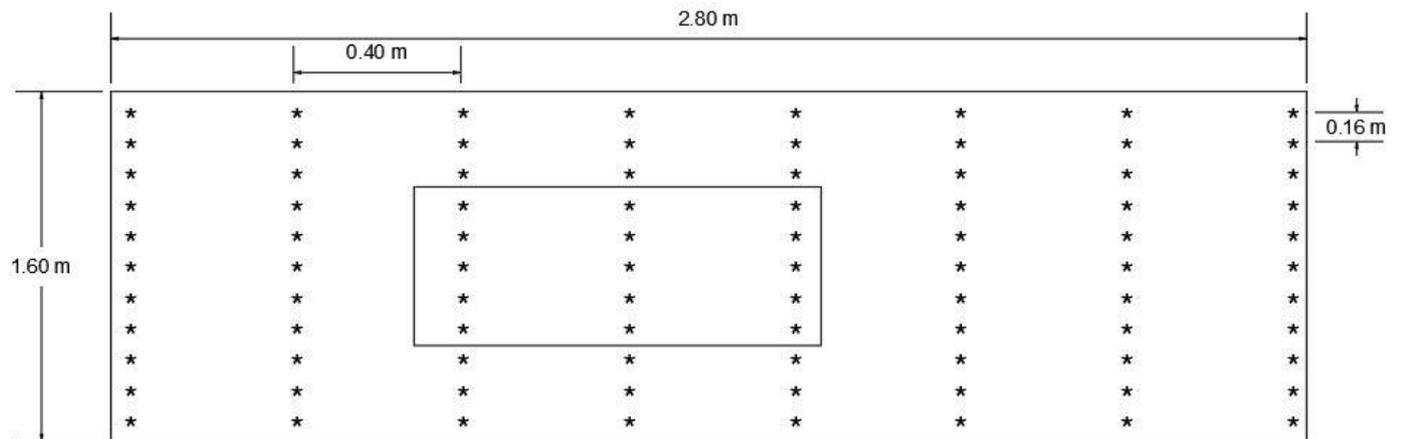
Detalle de las unidades experimentales (D1, D2, D3 y D4)



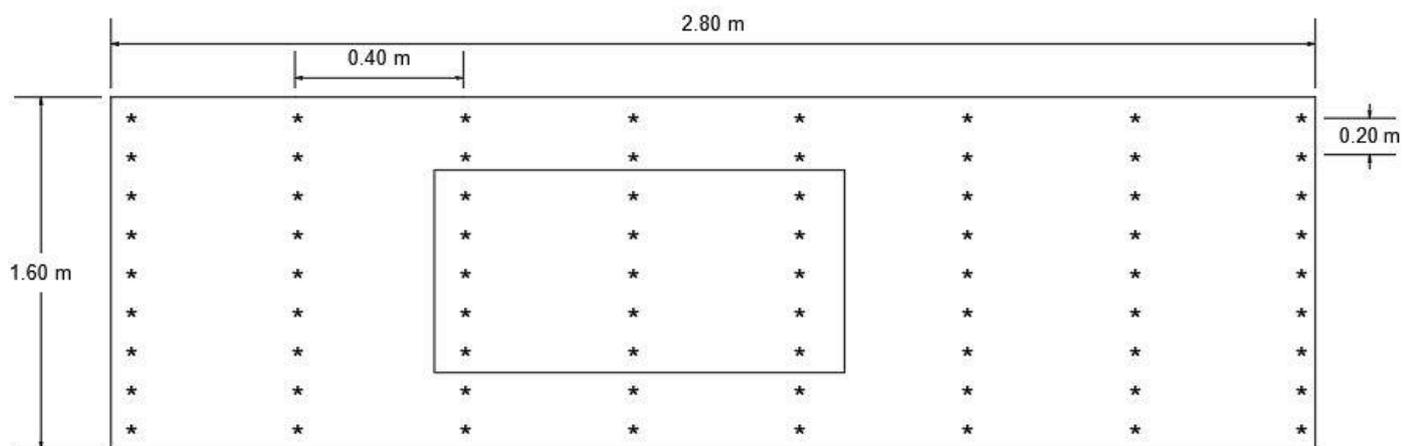
D1



D2



D3



D4

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

El total del ensayo estuvo compuesto por 1760 plantas de ajo. La cantidad de plantas en cada tratamiento varió según la densidad de siembra, como se detalla a continuación.

TABLA 4: Cantidad y Extensión de plantas por Tratamiento

TRATAMIENTO			CANTIDAD DE PLANTAS	EXTENSIÓN M ²
ENTRE PLANTAS	ENTRE SURCOS			
D1	0.08M	0.40 M	672	17.92
D2	0.12 M	0.40 M	448	17.92
D3	0.16 M	0.40 M	352	17.92
D4	0.20 M	0.40 M	288	17.92
TOTAL			1760	71.68

3.5.2. Muestra

Se consideró 15 plantas de cada unidad experimental, teniendo en total 240 plantas del experimento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó la técnica de observación de las variables, para lo cual se diseñaron fichas de evaluación. Los instrumentos de medición que se consideraron fueron balanzas, flexómetros, vernier, GPS, calculadora.

Se utilizó libros de diferentes bases de datos y del repositorio de la UNDAC.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

En el proceso de la investigación se utilizaron los instrumentos tales como Flexómetro, vernier, fichas de evaluación, balanzas, con los cuales se recopilaban los datos para garantizar la fiabilidad, se empleó el coeficiente de variabilidad (C.V) expresado en porcentaje (%). Según Calzada B. (2003), los valores inferiores al 40% son considerados aceptables para este tipo de investigaciones.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Análisis de varianza

Los datos obtenidos en la investigación fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANVA) y se aplicó la Prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significancia de 0.05 para comparar los promedios de los tratamientos.

TABLA 5: *Análisis de Varianza*

FUENTES DE VARIACIÓN (F.V)	GRADOS DE LIBERTAD
BLOQUES O REPETICIONES	$(r-1) = 3$
TRATAMIENTO	$(t-1) = 3$
ERROR EXPERIMENTAL	$(r-1) (t-1) = 9$
TOTAL	$(tr-1) = 15$

3.8.2. El modelo de ecuación lineal

El modelo estadístico para el diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + t_i + B_j + e_{ij}$$

Para $i = 1, 2, 3, \dots, 4t$ (N° de tratamientos)

Para $j = 1, 2, 3, \dots, 4r$ (N° de repeticiones)

Donde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j

U = Media General a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)

t_i = efecto verdadero del i ésimo tratamiento

B_j = efecto verdadero del j ésimo bloque

E_{ij} = error experimental.

3.9. Tratamiento estadístico

TABLA 6: *Factor y tratamientos. Abono Mallki y fungicida*

Factor	Tratamientos	Dosis (kg/ha)	
		Ajo chaulán	Época de aplicación
Densidad de plantas	D 1	4772.88 gr/parc.	A la siembra y primer
		10669.64 kg/ha.	aporque
		7.748.16 ml/parc.	En primer aporque Fungí-insecticida (Conbendazim-k ñon)
Densidad de plantas	D 2	3181.92 gr/parc.	A la siembra y primer
		7098.21 kg/ha.	aporque
		5165.44 ml/parc.	En primer aporque
Densidad de plantas	D 3	2500.08 gr/parc.	A la siembra y primer
		5580.36 kg/ha.	aporque.
		4058.60 ml/parc.	En primer aporque
Densidad de plantas	D 4	2045.52 gr/parc.	A la siembra y primer
		4575.89 kg/ha.	aporque
		3320.64 ml/parc.	En primer aporque

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En esta investigación se ha mantenido el reconocimiento de la autoría de toda la información obtenida de fuentes primarias, citándolas conforme al formato establecido por las normas. Además, los datos presentados son verídicos y no alterados.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación del campo experimental

Este experimento se llevó a cabo en los campos del Centro Experimental de Huariaca (Huancayog), que pertenece a la Universidad Nacional 'Daniel Alcides Carrión' en la región de Pasco.

4.1.2. Ubicación geográfica

Región	Pasco
Provincia	Pasco
Distrito	Huariaca
Lugar	Huancayog
Altitud	2941 m.s,n.m
Temperatura	14.- 22°C
Zona geográfica.	Quechua (Nor este de Pasco)
Latitud sur	10° 34' 36"

Longitud oeste

76° 11' 14"

4.1.3. Análisis de suelo

Antes de preparar el suelo para esta investigación se realizó el muestreo del suelo, tomando 6 muestras en forma de X un kilo de cada calicata, luego se mezcló para obtener una muestra representativa de un kilo, luego ha sido etiquetado para el envío al laboratorio de suelos del INIA Santa Ana- Huancayo.

TABLA 7: *Resultados y metodología del análisis del suelo*

Análisis mecánico	Resultados	Evaluación
-Arena	60	
-Limo	23	Franco arenoso
-Arcilla	17	
Análisis químico		
-pH.	6.6	Moderadamente ácido
-Conductividad eléct.	5.7 mS/m	No existe restricción
-Materia orgánica	3.4 %	Medio
-Nitrógeno	0,17 %	Muy bajo
Elementos disponibles.		
Fósforo	9.7 mg/kg	Medio
Potasio	292.1 ppm	Alto.

4.1.4. Interpretación de resultados del análisis del suelo

El tipo de suelo es franco arenoso, el pH es moderadamente ácido, el contenido de materia orgánica es medio, los elementos disponibles para las plantas son medio en fósforo y alto en potasio, se puede concluir que el suelo está en condiciones normales respondiendo a los abonamientos orgánicos.

4.1.5. Datos meteorológicos

TABLA 8: *Datos meteorológicos del período de investigación*

Meses	Temperatura	Precipitación	H° Relativa. %
	Max. Min. (° C)	mm.	
Octubre 2023	20 - 7	55 mm	70
Noviembre 2023	18 - 7	92 mm	74
Diciembre 2023	20 - 8	140 mm	86
Enero 2024	16 - 8	173 mm	92
Febrero 2024	15 - 8	187 mm	93
Marzo 2024	15 - 8	163 mm	83
Abril 2024	14 - 7	165 mm	84

Fuente: SENAMHI-2023-2024

Se presentan datos meteorológicos en el cuadro 5, que durante estos meses que se desarrolló la investigación. La temperatura máxima se registró en los meses de octubre y diciembre con 20°C, mientras que la mínima fue de 7°C. La mayor precipitación se presentó en los meses de enero y febrero del 2024, del mismo modo la menor precipitación fue en el mes de octubre 2023. Se puede señalar que las condiciones climáticas resultaron en cierta medida beneficiosas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

4.1.6. Conducción del experimento

a) Preparación de terreno

Para la preparación del terreno primero se realizó el riego por aspersión y para la roturación se utilizó herramientas tradicionales como pico, alacrán realizando en forma manual, esto se efectuó en el mes de setiembre del 2023.

b) Tratamiento de semillas de ajo antes de la siembra

Las semillas de ajo primero deben estar desinfectados para evitar de la plagas y enfermedades que puede traer. Se llevó a cabo la desinfección sumergiendo los dientes durante 5 minutos en una solución de cloro al 5 % (50 ml de cloro comercial por cada litro de agua). Así mismo se remoja las semillas para que tenga un buen proceso de hidratación y su activación acelera, de esta manera germinan en menor tiempo.

c) Abonamiento

Se realizó el abonamiento en la siembra con el abono orgánico Mallki 100 % naturales, contiene ácidos húmicos y fúlvicos 100 %, aporta micro y macronutrientes, fortalece y estimula el crecimiento de raíces. Se incorporó 10669.64 kg/ha en D1, 7098.16 kg/ha en D2, 5580.36 kg/ha en D3 y 4575.89 kg/ha en D4. No se aplicó fertilizantes químicos pese que se analizó el suelo.

d) Siembra

La siembra del ajo en el campo experimental se realizó el 26 de octubre del 2023, efectuándose en forma manual y en golpes al fondo del surco, colocando una semilla (diente) y tapando a 5-8 cm de profundidad, las distancias entre plantas fueron de 0.08 cm, 0.12 cm, 0.16 cm y 0.20 cm, siendo 0.40 cm entre surcos para todos los tratamientos. La cantidad de semillas varía de 800 a 1,200 kg/ha de acuerdo al tamaño de diente y distancias entre plantas (333, 333 plantas/ha).

e) Control de malezas

Esta labor cultural se realizó con cierta frecuencia para evitar la competencia con el cultivo de esta manera el cultivo tenga

rendimientos normales. Este desmalezado se realizó en forma manual con el zapapico.

f) Dotación de agua

Este experimento se instaló en los meses de octubre a abril, época donde se iniciaba las lluvias, suministrándose los riegos en períodos de poca lluvia.

g) Control fitosanitario

Para ver la presencia de insectos y enfermedades se tuvo que observar y evaluar constantemente los síntomas del ataque de estas plagas del cultivo en toda el área experimental. Se identificó la presencia del insecto Thrips (*Thrips tabaci*), que afecta a lo largo de la superficie foliar, especialmente en la base de las hojas jóvenes, causando raspaduras en la epidermis y generando manchas pequeñas. Se presentó un 5% de incidencia de Thrips y el mismo porcentaje de roya (*Puccinia allii*), para los cuales se aplicaron por una sola vez k-ñon (insecticida) en dosis de 2.5 ml/lt. de agua, combinado con Carbendazim (fungicida) en dosis de 125 gramos/lt de agua.

h) Cosecha

A los 15 días antes de la cosecha se suspendió el riego para que al momento de recolección la tierra esté seca y el ajo sale completamente blanco sin barro pegado en el bulbo y por ende con mejor presentación en el mercado.

La recolección se inició cuando la planta empezó en secarse, esta operación se realizó el 16 de abril del 2024 en forma manual a los 170 días de la siembra.

4.1.7. Registro de datos

TABLA 9: *Parámetros de evaluación*

DATOS	INTRUMENTOS	UNIDADES
	DE MEDIDA	DE MEDIDA
Días de emergencia	Conteo	Días
Altura de planta (60 días)	Flexómetro	Cm
Altura de planta (120 días)	Flexómetro	Cm
Días de cosecha	Conteo	Días
Numero de dientes	Conteo	Dientes
Diámetro de bulbo	Vernier convencional	mm
Peso de bulbo	Balanza electrónica	Kg
Rendimiento (kg/hectárea)	Regla de tres	Kg/ha

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para determinar la significancia de las fuentes de variación, se aplicó el análisis de varianza. Se utilizó la siguiente regla de decisión: un p-valor ≥ 0.05 indica que el resultado no es significativo, mientras que un p-valor < 0.05 sugiere que es significativo. Cuando el ANVA mostró significancia entre tratamientos, se utilizó la Prueba de Duncan para identificar las diferencias entre los promedios y la superioridad de estos, con un nivel de significación del 0.05. Las tablas con las evaluaciones de las muestras recogidas del campo se incluyen en los anexos; estas muestras fueron tomadas teniendo en cuenta el efecto de bordes, es decir, solo de las plantas situadas en los surcos centrales.

4.2.1. Días a la emergencia

TABLA 10: *Análisis de varianza para la variable días a la emergencia*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	4.116	1.372	19.628**	3.86	6.99
Bloques	3	0.092	0.031	0.438	3.86	6.99
Error	9	0.629	0.070			
Total	15	4.838				
		\bar{X} = 15.85	CV= 1.67%	DS= 0.13		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para la variable de días hasta la emergencia muestra diferencias estadísticamente muy significativas entre tratamientos, con un nivel de significancia de $P < 0.01$, pero no entre bloques. El coeficiente de variación es del 1.67% y la desviación estándar es de 0.13. Esto sugiere que las densidades de siembra del cultivo de ajo, variedad Chaulan, tuvieron un impacto en la emergencia bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

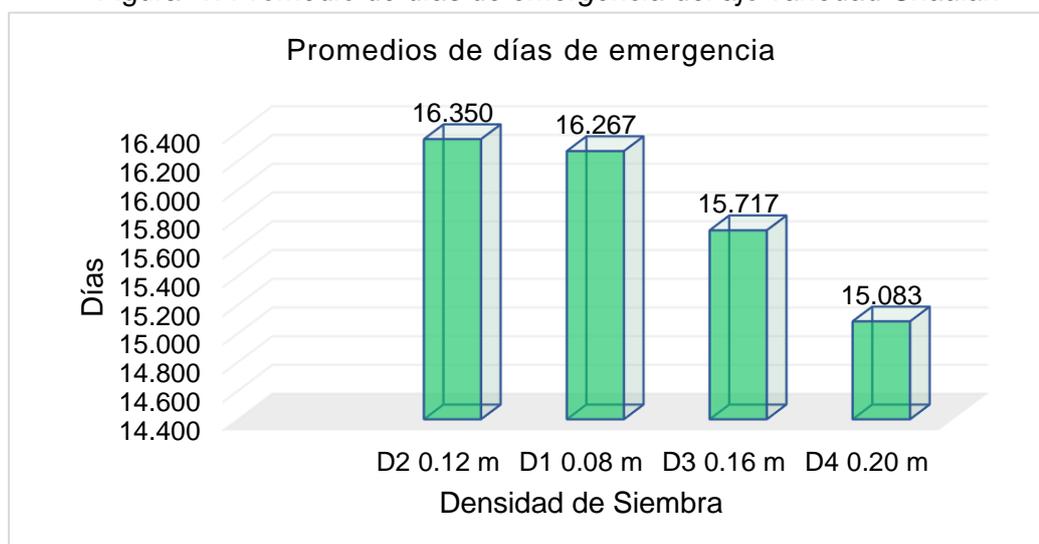
TABLA 11: Prueba de Duncan para para la variable días a la emergencia

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios días de emergencia	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D2 0.12 m	16.350	a	a
2	D1 0.08 m	16.267	a	a
3	D3 0.16 m	15.717	b	a
4	D4 0.20 m	15.083	c	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan en el nivel de significancia del 5% y 1% indica que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente en cuanto a la variable días de emergencia; sin embargo, el tratamiento D2 0.12 m con 16.350 días de emergencia y D1 0.08 con y 16.267 días de emergencia D3 0.16 m con 15.086 días de emergencia son iguales estadísticamente. Sin embargo, el tratamiento D1 0.08 m es muy diferente estadísticamente frente al tratamiento D4 0.20 m como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1: Promedio de días de emergencia del ajo variedad Chaulán



4.2.2. Altura de planta (cm) a los 60 días

TABLA 12: Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 60 días

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	2.253	0.751	1.607 ^{ns}	3.86	6.99
Bloques	3	0.516	0.172	0.368 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	4.207	0.467			
Total	15	6.976				
\bar{X} 27.82		CV= 2.46%		DS 0.34		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza la variable de altura de planta (cm) a los 60 días del cultivo de ajo se observa No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y bloques, con un coeficiente de variación (CV) de 2.46% y una desviación estándar (DS) de 0.34. Esto sugiere que las diferentes densidades de plantas de ajo de la variedad Chaulán no tuvieron un efecto significativo en las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

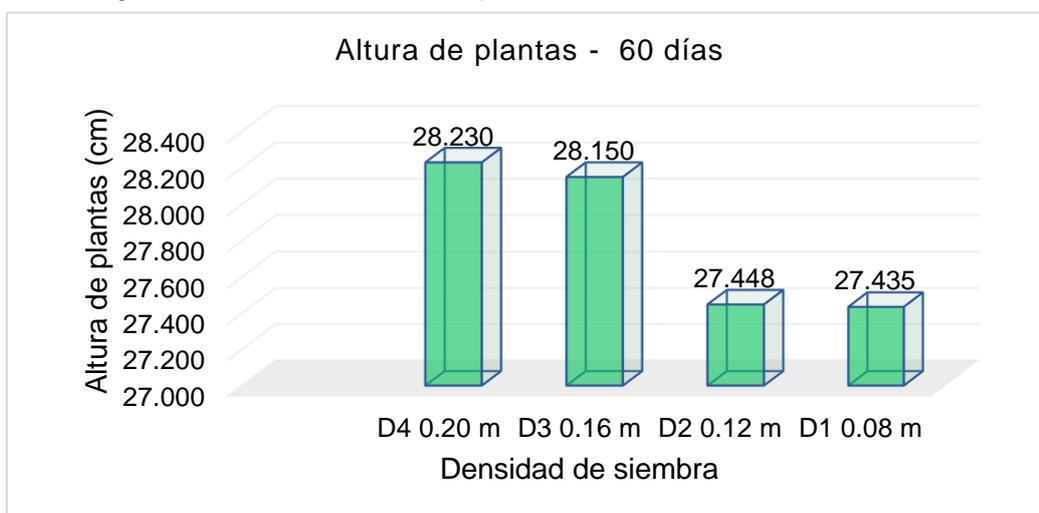
TABLA 13: Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) a los 60 días

O.M.	Tratamiento densidad de siembra	Promedio altura de plantas (cm) 60 días	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	28.230	a	a
2	D3 0.16 m	28.150	a	a
3	D2 0.12 m	27.448	a	a
4	D1 0.08 m	27.435	a	a

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan, con niveles de significancia del 5% y 1%, revela que, en términos de la variable de altura de las plantas a los 60 días, todos los tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre sí; sin embargo, el tratamiento D4 0.20 m con 28. 230 cm de altura y tratamiento D3 0.16 m con 28.150 cm de altura fueron superiores a los tratamientos D2 0.12 m con 27.448 cm de altura y D1 0.08 m con 27.435 cm de altura según orden de mérito de tratamientos respectivamente, como se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2: Promedio altura de plantas a los 60 días



4.2.3. Altura de planta (cm) a los 120 días

TABLA 14: *Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 120 días*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	11.238	3.746	7.760**	3.86	6.99
Bloques	3	2.151	0.717	1.485 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	4.344	0.483			
Total	15	17.733				
\bar{X} 42.10			CV= 1.65%	DS= 0.35		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para para la variable altura de planta (cm) a los 120 días se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas al nivel $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 1.65% y desviación estándar (DS) = 0.35, donde se puede inferir que hubo efecto de las densidades entre plantas en altura de plantas de ajo variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

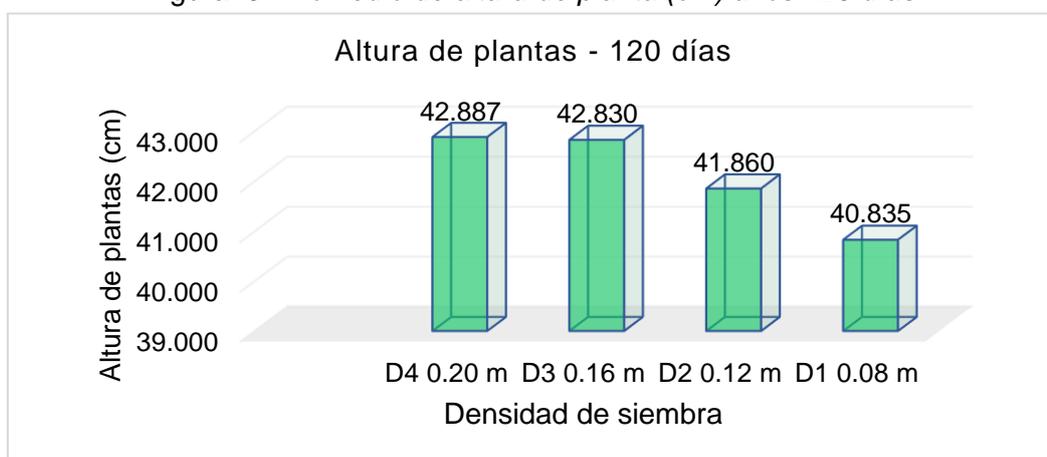
TABLA 15: Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) a los 120 días

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios de altura de plantas (cm) 120 días	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	42.887	a	a
2	D3 0.16 m	42.830	a	a
3	D2 0.12 m	41.860	a b	a b
4	D1 0.08 m	40.835	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos D4 0.20 m con 42.887 cm de altura, D3 0.16 m 42.830 cm de altura y D2 0.12 m 40.835 cm de altura se observan que son iguales estadísticamente, el tratamiento D2 0.12 m con 40.860 cm de altura; el tratamiento D1 0.08 m con 40.835 cm de altura son iguales estadísticamente fueron inferiores a los tratamientos D4 0.20 m y D3 0.08 m. Sin embargo, el tratamiento D4 0.20 m frente al tratamiento D2 0.12 m y D1 0.08 cm son muy diferentes estadísticamente respectivamente, como se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3: Promedio de altura de planta (cm) a los 120 días



4.2.4. Días a la cosecha

TABLA 16: *Análisis de varianza para la variable días a la cosecha*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	1.028	0.343	185.00**	3.86	6.99
Bloques	3	0.377	0.126	67.80**	3.86	6.99
Error	9	0.017	0.002			
Total	15	1.421				
\bar{X} = 168.69		CV= 0.03%		DS= 0.02		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para la variable días a la cosecha muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos y bloques, con un nivel de significancia $P < 0.01$. El coeficiente de variación (CV) es del 0.03 % y la desviación estándar (DS) es 0.02. Esto sugiere que las diferentes densidades de plantas de ajo en la cosecha de la variedad en Chaulán tuvieron un efecto bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

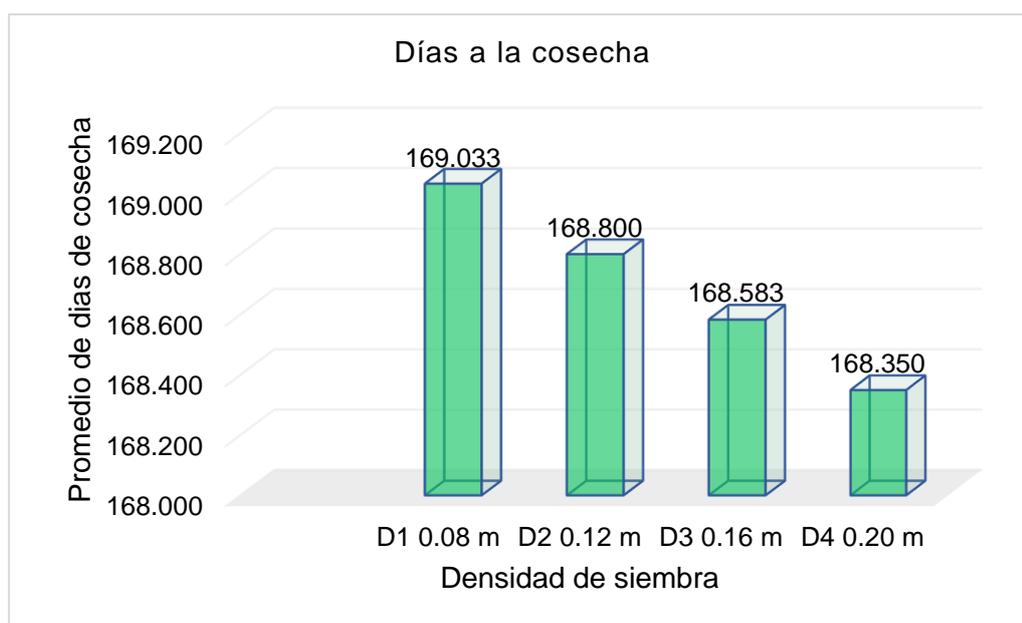
TABLA 17: Prueba de Duncan para la variable días a la cosecha

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios de días a la cosecha	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D1 0.08 m	169.033	a	a
2	D2 0.12 m	168.800	b	b
3	D3 0.16 m	168.583	c	c
4	D4 0.20 m	168.350	d	d

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos D1 0.08 m con 169.033 días D2 0.12 m con 168.800 días, D3 0.16 m con 168.583 días y D4 0.20 m D4 0.20 m con 168.350 días respectivamente son muy diferentes estadísticamente, como se puede apreciar en la figura 4.

Figura 4: Promedio de días de cosechas



4.2.5. Número de dientes/bulbo

TABLA 18: *Análisis de varianza para la variable número de dientes / bulbo*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	2.036	0.679	6.544*	3.86	6.99
Bloques	3	0.105	0.035	0.338 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	0.934	0.104			
Total	15	3.075				
\bar{X} 7.50		CV= 4.29%		DS 0.16		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para la variable número de dientes por bulbo muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos al nivel de $P < 0.05$, pero no entre los bloques. El coeficiente de variación (CV) es del 4.29% y la desviación estándar (DS) es de 0.16. Esto sugiere que las densidades afectaron el número de dientes por bulbo en ajo variedad Chaulán bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca, con una significancia del 5%.

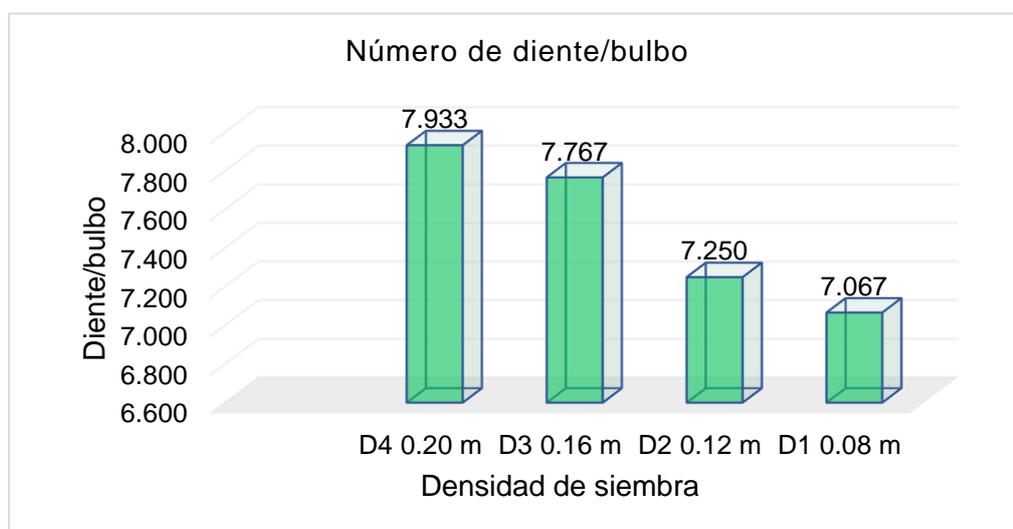
TABLA 19: Prueba de Duncan para la variable número de dientes/bulbo

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios dientes/bulbo.	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	7.933	a	a
2	D3 0.16 m	7.767	a	ab
3	D2 0.12 m	7.250	b	ab
4	D1 0.08 m	7.067	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan, con niveles de significancia del 5% y 1%, muestra que el tratamiento D4 0.20 m presenta 7.933 dientes por bulbo, D3 0.16 m con 7.767 dientes / bulbo y D2 0.12 m con 7.250 dientes/bulbo son estadísticamente iguales y el tratamiento D1 0.08 m 7.067 dientes/bulbo es muy diferente estadísticamente frente al tratamiento D4 0.20 m con respecto al orden de mérito, como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5: Promedio número de dientes/bulbo de ajo variedad Chaulán



4.2.6. Diámetro de bulbo

TABLA 20: *Análisis de varianza para la variable diámetro de bulbo (mm)*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	5.048	1.683	399.19**	3.86	6.99
Bloques	3	0.028	0.009	2.25 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	0.038	0.004			
Total	15	5.114				
\bar{X} = 3.92			CV= 1.66%		DS= 0.03	

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para la variable diámetro de bulbo (mm) muestra diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con un nivel de $P < 0.01$, pero no entre bloques. El coeficiente de variación (CV) es del 1.66% y la desviación estándar (DS) es de 0.03. Esto sugiere que las distintas densidades de siembra tuvieron un impacto en el cultivo de ajo de la variedad Chaulán en las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

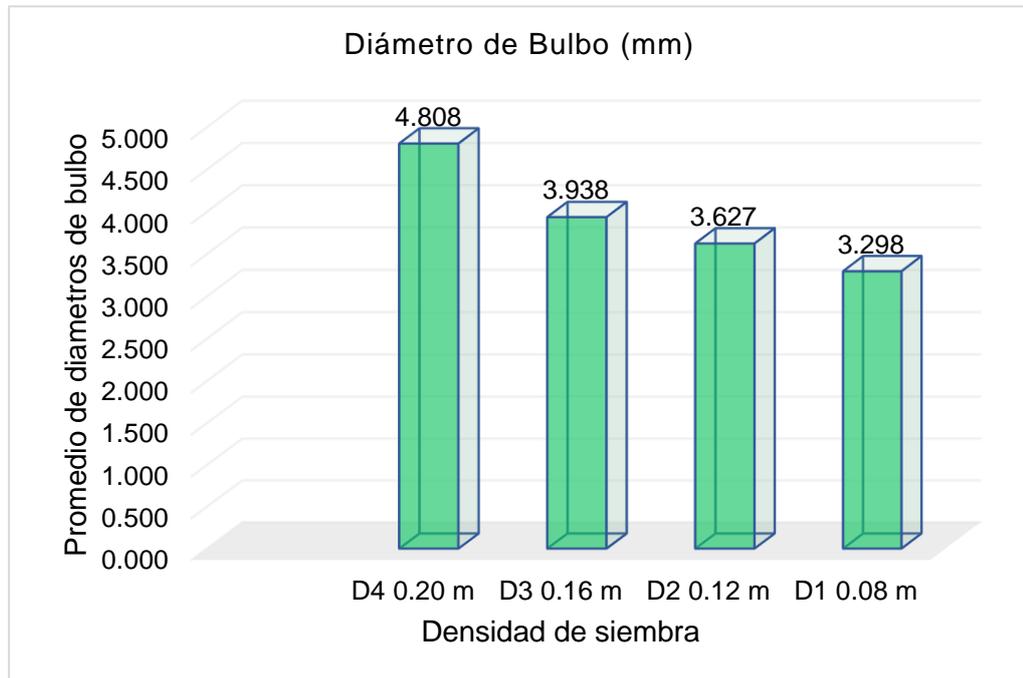
TABLA 21: *Prueba de Duncan para la variable diámetro de bulbo (mm)*

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios de diámetro de bulbo (mm)	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	4.808	a	a
2	D3 0.16 m	3.938	a	ab
3	D2 0.12 m	3.627	b	ab
4	D1 0.08 m	3.298	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan, con un nivel de significancia del 5% y 1%, muestra que los tratamientos D4 0.20 m con 4.808 dientes/bulbo, D3 0.16 m con 3.938 dientes /bulbo y D2 0.12 m con 3.627 dientes/bulbo son iguales estadísticamente y el tratamiento D10.08m 3.298 dientes/bulbo es muy diferente estadísticamente frente al tratamiento D4 0.20 m con respecto al orden de mérito, como se puede apreciar en la figura 6.

Figura 6: *Porcentaje de diámetro de bulbo*



4.2.7. Peso de bulbo (g)

TABLA 22: *Análisis de varianza para la variable peso de bulbo (g)*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	524.324	174.775	388.78**	3.86	6.99
Bloques	3	1.282	0.427	0.95 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	4.046	0.450			
Total	15	529.652				
		\bar{X} = 34.46	CV= 1.95%	DS= 0.34		

Fuente: elaboración propia

En el análisis de varianza para el peso de bulbo (g), se observa que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos al nivel de $P < 0.01$, pero no entre los bloques. El coeficiente de variación (CV) es del 1.95% y la desviación estándar (DS) es de 0.34. Esto sugiere que las densidades de siembra tuvieron un impacto en el cultivo de ajo de la variedad Chaulán bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

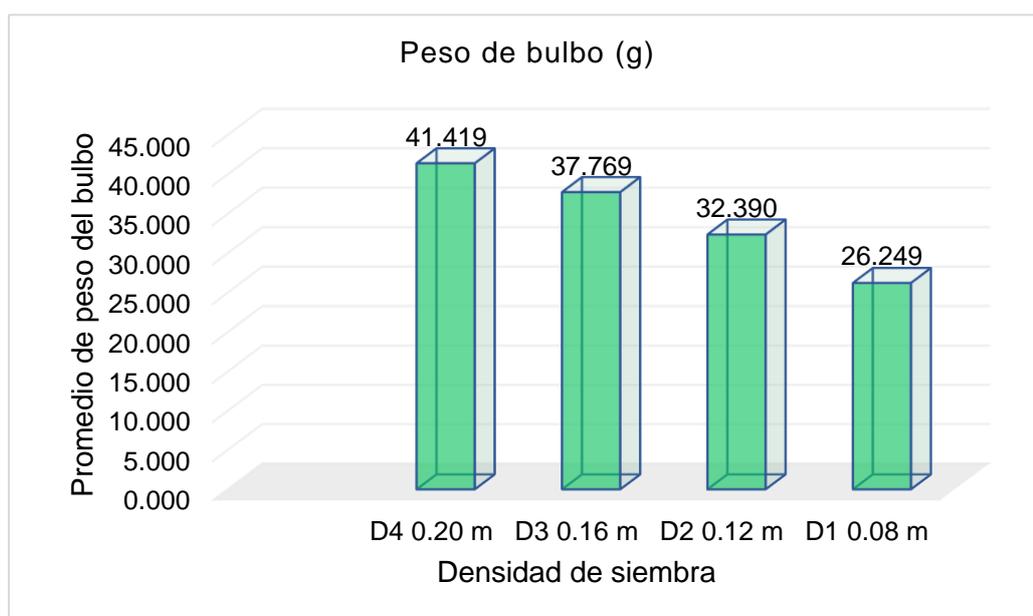
TABLA 23. Prueba de Duncan para la variable peso de bulbo (g)

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios de peso de bulbo	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	41.419	a	a
2	D3 0.16 m	37.769	b	b
3	D2 0.12 m	32.390	c	c
4	D1 0.08 m	26.249	d	d

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos D4 0.20 m con 41.419 g, D3 0.16 m con 37.769 g, D2 0.12 m con 32.390 g y D1 0.08 m con 26.249 g respectivamente son muy diferentes estadísticamente, como se puede apreciar en la figura 7.

Figura 7: Promedio peso del bulbo en gramos



4.2.8. Rendimiento kg/hectárea

TABLA 24: Análisis de varianza para la variable del rendimiento (kg/ha)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	65645978.06	21881992.69	299.88**	3.86	6.99
Bloques	3	246335.40	82111.80	1.13 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	656716.88	72968.54			
Total	15	66549030.33				
\bar{X} =		12186.41	CV=	2.22%	DS=	135.06

Fuente: elaboración propia

En el análisis de varianza para la variable rendimiento (kg/hectárea), se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos al nivel $P < 0.01$, pero no entre bloques. El coeficiente de variación (CV) es de 2.22% y la desviación estándar (DS) es de 135.06. Esto sugiere que las densidades de siembra tuvieron un efecto en el rendimiento del cultivo de ajo variedad Chaulán bajo las condiciones edafoclimáticas de Huariaca.

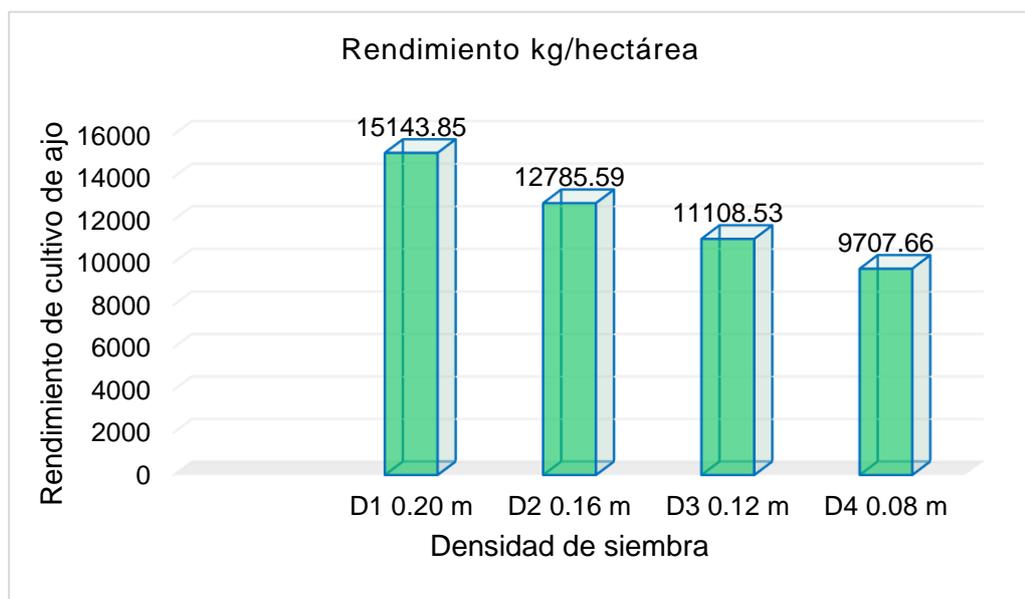
TABLA 25: Prueba de Duncan para la variable del rendimiento (kg/ha)

O.M.	Tratamientos densidad de siembra	Promedios el rendimiento (kg/ha)	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	D4 0.20 m	15143.85	a	a
2	D3 0.16 m	12785.59	b	b
3	D2 0.12 m	11108.53	c	c
4	D1 0.08 m	9707.66	d	d

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos D4 0.20 m con 15143.85 Kg/hectárea, D3 0.16 m con 12785.59 Kg/hectárea, D2 0.12 m con 11108.53 Kg/hectárea y D1 0.08 m con 9707.66 Kg/hectárea respectivamente son muy diferentes estadísticamente, como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8: Promedio de rendimiento



4.3. Prueba de hipótesis

El experimento demostró si se cumple la hipótesis general ya que hay influencia de las densidades de plantas en especial en el rendimiento, en condiciones de Huariaca, así lo demuestra el análisis de varianza y la Prueba de Duncan.

4.4. Discusión de resultados

a) Días a la emergencia

En el experimento se utilizó cuatro distanciamientos diferentes entre plantas y uno solo entre surcos existe diferencias altamente significativas entre tratamientos y no entre bloques, según la prueba de Duncan al nivel de 5% y 1 %, nos indica que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente en cuanto a días de emergencia, así con 0.08 cm la D1 estuvo en emergencia a los 16.350 días, con la D2 (0.12) cm se obtuvo 16.267 días, estas emergencias son favorables como es mucha densidad en la D1 por lo tanto las plantas aceleran por competencia. León, (1998) probando distancias 5, 7.5 y 10 cm entre plantas y 10, 20, 40 y 50 cm entre surcos resultó germinar un día antes las siembras D3 Y D4.

b) Altura de plantas a los 60 días

La altura de plantas de los tratamientos D4 y D3 con 28.230 cm y 28.150 cm, respectivamente fueron mayores que los alcanzados por los tratamientos D2 y D1 con 27.448 cm y 27.438 cm, respectivamente con aplicaciones de Mallki, según Cuadro 3. Los niveles de significación del 5 % y 1 %, indica que todos los tratamientos son iguales estadísticamente en cuanto a la variable de altura. Delgado, (2015) En su estudio, cuyo propósito era identificar la distancia de siembra óptima para maximizar el rendimiento del ajo, se llegó a la conclusión de que la variable altura a los 60 días no mostró significancia estadística.

c) Altura de plantas a los 120 días

La altura de plantas a los 120 días según prueba de Duncan a niveles de 5 % y 1 % tanto los tratamientos D4 con 42.882 cm, D3 con 42.830 cm, D2 con 41.860 cm y D1 con 40.836 cm, se observa que son iguales estadísticamente. Sin embargo, los tratamientos D4 y D3 frente a los tratamientos D2 y D1 son muy diferentes estadísticamente, tal como se aprecia en la figura 3. Esta apreciación se basa en lo expuesto por INIA, (2009) que indican La lucha por el espacio, los nutrientes, el agua y la luz intensifica la competencia entre las raíces y las hojas.

d) Días a la cosecha

Los días transcurridos de la siembra a la cosecha los tratamientos D1(169.033) días, D2 (168.800) días, D3(168.583) días y D4 (168.350) días, según nivel de significación son muy diferentes estadísticamente (figura 4). Esta diferencia en los días a la cosecha probablemente se debe a la estructura genética de la variedad Chaulán y a las condiciones agroclimáticas de la zona, INIA, (2009) indican que con la variedad INIA 104 Blanco Huaralino han cosechado a los 180 días de la siembra, cuando los bulbos están bien desarrollados; mientras que con la variedad Chaulan se cosechó a los 168 días de la siembra, con los distanciamientos D3 (0.16 m x 0.40 m) y D4 (0.20 x 0.40 m), pese que las condiciones climáticas son diferentes en Huariaca que la costa, entonces se puede concluir que los factores edafoclimáticas son favorables para ajo variedad Chaulan.

e) Número de dientes/bulbo

En el experimento los tratamientos D4(7.933), D3(7.767), D2(7.250) dientes/bulbo son estadísticamente iguales y D1(7.067) dientes/bulbo es diferente frente al resto de los tratamientos. Contribuyen a optimizar las características morfológicas y los rendimientos, tales como el diámetro del bulbo, la altura de la planta, el peso del bulbo y el número de dientes por

bulbo. Según Park et al. (2003), esto podría deberse a que la disponibilidad de luz, agua o nutrientes para cada planta se reduce cuando las áreas de sus hojas o raíces se superponen.

f) Diámetro de bulbo(mm)

En cuanto a nivel de significación se observa que los tratamientos D4(4.808), D3(3.938) y D2(3.627) milímetros por bulbo son iguales estadísticamente y el tratamiento D1(3.298) mm de diámetro por bulbo es muy diferente estadísticamente frente al resto de los tratamientos. Delgado (2015) corrobora con su investigación con el objetivo de determinar el mejor distanciamiento de siembra que permita un mayor rendimiento de ajo. Se concluyó que no hay significancia estadística para los componentes de altura de planta, diámetro de bulbo, número de dientes por bulbo y peso de bulbo.

g) Peso de bulbo

Los tratamientos D4, D3, D2, y D1 son muy diferentes estadísticamente cada uno de ellos (Figura 7). Nicolás (2017) quien en su investigación efecto de la densidad de siembra en dos eco tipos de ajo, concluyó que existe alta significación para peso de bulbo, diámetro de bulbo y número total de dientes.

h) Rendimiento kg/hectárea de ajo

Los tratamientos D4 con 9707.66 kg/ha, D3 con 11108.53 kg/ha, D2 con 12785.59 kg/ha y D1 con 15143.85 kg/ha, respectivamente han sido muy diferentes estadísticamente en sus rendimientos.

El rendimiento que se indica con el tratamiento D1 ha sido alto, posiblemente por el mayor número de plantas (168) y la menor distancia que se tuvo entre plantas. Pero en cuanto a la calidad de los bulbos y dientes han sido de menor tamaño por mucha densidad en este tratamiento. León (1998) corrobora donde probó distancias entre hileras de 10, 20, 40 y 50 cm, y 5, 7.5 y 10 cm entre plantas de ajo, encontrando que el rendimiento por área disminuye y el tamaño del bulbo aumenta a medida que aumenta la densidad de siembra

por lo que recomienda espaciamientos de 40 cm entre surcos y entre plantas de 7.5 a 10 cm. Además, indica Japón, (1984) Se puede estimar que la producción de ajo morado en cultivo seco alcanza los 6,000 kilos por hectárea, mientras que en cultivo de regadío llega a los 9,000 kilos por hectárea. Estas cifras corresponden al producto con hojas y sin secar.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos considerados y los resultados que se llegó fueron los siguientes:

- Con respecto a los días a la emergencia la variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca (Pasco) los tratamientos han sido diferentes estadísticamente, siendo el tratamiento D4 que germinó en menos días, por el mayor espacio entre plantas y por existir mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- En lo que respecta a los componentes del rendimiento altura de plantas a los 60 días y 120 días no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.
- Para el caso de días a la cosecha (D1 con 169.033, D2 con 168.800, D3 con 168.583 y D4 con 168.350 días) y el peso del bulbo de ajo (D4 con 41.419, D3 con 37.769, D2 con 32.390 y D1 con 26.249 gramos, muestran una alta significancia entre los tratamientos.
- Con respecto a número de dientes/bulbo los tratamientos D4 con 7.933, D3 con 7.767 y D2 con 7.250 dientes/bulbo son estadísticamente iguales y el tratamiento D1 con 7.067 dientes/bulbo es muy diferente estadísticamente al tratamiento D4 con respecto al orden de mérito.
- En cuanto a diámetro de bulbo los tratamientos tanto a 5 % y 1 % nos indica el D4 con 4.808, D3 con 3.938, D2 con 3.627 mm de diámetro de bulbo son iguales estadísticamente y el tratamiento D1 con 3.298 mm es muy diferente estadísticamente frente al tratamiento D4 con 4.808 mm.
- En caso del rendimiento de kg/ha de ajo, entre los tratamientos estudiados son muy diferentes estadísticamente, del mismo modo la densidad de plantas tiene efecto significativo con respecto al rendimiento en kg/ha, así se encontró como resultado con D1 (15143.85), con D2 (12785.59), con D3 (11108.53) y D4 con 9707.66 kg/ha.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere para la siembra de ajo utilizar un distanciamiento de 0.12 y 0.16 m entre plantas y 0.40 m entre surcos, porque los tratamientos con estos distanciamientos se obtuvo el mejor rendimiento y productos de buena calidad con 12785.59 y 11108.53 kg/ha.
2. Conducir investigaciones utilizando distintas densidades de siembra en diversas áreas bajas y medias de la región Pasco, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en este experimento.
3. Las diferentes instituciones de estado como el Ministerio de Agricultura y Riego, SENHAMI, Universidades, Gobierno Regional Pasco, etc deben dotar de estaciones meteorológicas en cada provincia de Pasco para que contribuya en la planificación y de esta manera tomar decisiones en el campo agrícola y ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro Rural, (2020).** Cultivo de ajo. Manual de abonamiento con guano de las islas. Minagri. Lima- Perú.
- Arroyo Esquivel, S. (2018).** Comparativo de dos técnicas de siembra y dos niveles de fertilización con guano de isla en precocidad y rendimiento de ajo *Allium sativum* L. var. Serrano en Santiago d Chuco, La Libertad. Tesis Ing. Agr. Santiago de Chuco -Trujillo-Perú. Universidad Nacional de Trujillo.
- Baldeón A.A.E. (1990).** Efecto del tratamiento término en las enzimas Alinas y Peróxidos de pasta de ajo (*Allium sativum*) Tesis Ing. Industrias Alimentarias. UNALM. Lima-Perú p. 4-8.
- Balbín C.E. (1985)** Evaluación de la calidad odovítica de ajos hidratados por el método del aire caliente. Tesis Ing. UNALM. La Molina. Lima-Perú.
- Borrero, C.A. (2009).** Proyecto de elaboración de abonos orgánico. Institución Educativa. La Torre Gómez del Municipio del El Retorno Guaviare, Colombia. 200p.
- Castillo, T. A (2024).**Guía técnica del cultivo de ajo en el Perú. Lima – Perú.
- Castro Quispe, A. (2021).** Evaluación de tres densidades de siembra del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) bajo ambiente protegido y en condiciones de campo abierto Mecapaca-La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- Cóndor, J. V y Nicho, P (2015).** Efecto de la la densidad de siembra en 2 ecotipos de ajo, conducido con manejo orgánico y riego por aspersion en Chiñama distrito de Kañaris. Tesis para optar Título de Ing. Agr. U.. N. Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque- Perú.
- Delgado Paredes, M. (2015)** Evaluación de 4 distanciamientos de siembra en el rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) Variedad para de perro en Guadalupe-La Libertad.

- FAO (2006)** (Organización de las Naciones para la Agricultura y alimentación). El cultivo de las hortalizas.
- Fersini, A. (1976)**. Horticultura práctica. Edit. Diana. Segunda edición – México.
- García A.N.K (1996)**. comportamiento de seis tipos de ajo en la zona del Callejón de Huaylas (Ancash). Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima-Perú. P 110.
- Ibáñez. M. (1972)**. Análisis y diagnóstico de la comercialización de ajo en el Perú. Tesis Ing. Agr. UNALM. 205 p.
- Infoagro, (2024)**. El cultivo del ajo. Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>.
- INIA, (2009)**. Ajo INIA 104 Blanco Huaralino. Estación Experimental Agraria-Donoso-Huaral. Disponible en. Donoso uvtt@inia.gob.pe/donoso@inia.gob.pe
- INIA, (2012)**. Tecnología de producción de ajo, Ministerio de Agricultura, Donoso-Huaral, Lima Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA (2012)**. Ministerio de Agricultura, Lima Perú.
- Japón Q, J. (1984)** El cultivo del ajo. Agencia de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Corazón de María, 8. Madrid 2.
- Jiménez Solano, W. (2019)**. Adaptación de cuatro variedades mejorada de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones agroecológicas de San Cristóbal- Huacrachuco. Tesis Ing. Agr. UNHEVAL-Huánuco-Perú.
- León, T, (1998)**. Efecto de época y distanciamiento de siembra sobre la producción de ajo. Tesis Ing. Agr.Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://es.escrib.com>.
- Loayza, L. (2000)**. Época y densidad de siembra. Informe técnico. Estación Experimental CANAAN. Huamanga. INIA.
- Limaco. (1997)**. Efecto del distanciamiento entre plantas y número de hileras entre surcos, en el rendimiento de ajo (*Pisum sativum, L*) ecotipo Arequipa, en Quinua a 3,250 msnm. Ayacucho. U.N S.C.H. Proyecto de investigación. Quinua- Perú.

- Minagri, (2008).** Situación actual de la producción de ajo. Producción del ajo en el Perú. Ministerio de Agricultura. Lima- Perú.
- Moroto, J. (1989).** Horticultura herbácea especial 3ra Edic. Mundi Prensa. Madrid-España. 56 p.
- Montero, A y Salazar, G, (2 001).** Cultivo del ajo en la costa central. Folleto. Lima-Perú.
- Nicolás De la Cruz, NS (2017).** Efecto de la densidad de siembra en dos ecotipos de ajo (*Allium sativum*,L).Conducido con manejo orgánico y riego por aspersión en Chiñama, distrito de Kañaris. Tesis Ing. Agr.-Lambayeque, UNPRG. 184 Perú.
- Park, J, Faulkner, J, Schaller, M, (2003).** Evolvet disease-avoidance procesos and contemporary anti-social Behavior prejudicial attitudes and avoidance of people with physical disabilities, journal of nonverbal.
- Quispe b.c.t. (1994).** Período crítico de malezas en el cultivo de ajo. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima-Perú. P 11-15.
- Ramírez, H; Castro, L; Martínez E (2016)** Efectos terapéuticos del ajo (*Allium sativum* L), artículos de revisión, salud y administración volumen 3, N°8 Universidad de la Sierra Sur México. 39 p.
- Reyes Yaranga, M. (2015).** Densidad de plantas en el rendimiento de ajo variedad morado arequipeño. CANAAN, 2750 msnm, Ayacucho, Tesis Ing. Agr. Ayacucho, Perú, UNSCH.
- Siliquini, O. A, Gregoire, H. C y Baudino, E. M, (2020).** Evaluación del comportamiento productivo a la fertilización de 2 clones de ajo en la provincia de la Pampa. Disponible en: <http://170.210.120.55/index.php/semiárida/article/view/4590>.
- Sotelo I.A. (1997).** Elaboración de un aderezo estabilizado en base a tomate (*Lycopersicum esculentum* L) cebolla (*Allium cepa* L.) y ajo (*Allium sativum* L), Tesis Ing. Industrias Alimentarias UNALM. P 34-37.

- Soto, G, (2020).** El continuo crecimiento de la agricultura orgánica. *Orgánico 3.0. Revista de ciencias ambientales* 54 (1): 215-226. DOI: Disponible en: <https://doi.org/10.15359/rca.54-1.13>.
- Suquilanda, M. (2005).** Serie de Agricultura orgánica. Editorial Fundación para el desarrollo agropecuario. Quito – Ecuador. 654 p.
- Torres, H, (2018).** Determinación de uso consuntivo del ajo variedad Napurí con riego por goteo en la irrigación Majes-Arequipa. Tesis para optar el Título de Ing. Agr. UNAS-Arequipa-Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: DATOS DE CAMPO

DÍAS A LA EMERGENCIA

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	16.20	16.27	16.00	16.60	65.07	16.27
2	16.53	16.07	16.53	16.27	65.40	16.35
3	16.07	15.47	15.67	15.67	62.87	15.72
4	15.13	15.40	15.00	14.80	60.33	15.08
Total	63.93	63.20	63.20	63.33	253.67	
Promedio	15.98	15.80	15.80	15.83		15.85

ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 60 DÍAS

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	26.28	28.14	27.46	27.86	109.74	27.44
2	27.27	27.95	27.63	26.94	109.79	27.45
3	27.92	27.39	28.34	28.95	112.60	28.15
4	28.80	27.87	27.71	28.54	112.92	28.23
Total	110.27	111.35	111.14	112.29	445.05	
Promedio	27.57	27.84	27.79	28.07		27.82

ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 120 DÍAS

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	39.07	41.80	40.45	42.01	163.34	40.84
2	41.27	42.25	42.03	41.89	167.44	41.86
3	42.67	42.87	42.75	43.03	171.32	42.83
4	43.31	42.79	42.51	42.94	171.55	42.89
Total	166.32	169.71	167.75	169.87	673.65	
Promedio	41.58	42.43	41.94	42.47		42.10

DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	169.13	169.20	168.93	168.87	676.13	169.03
2	168.87	169.07	168.73	168.53	675.20	168.80
3	168.67	168.80	168.47	168.40	674.33	168.58
4	168.40	168.53	168.27	168.20	673.40	168.35
Total	675.07	675.60	674.40	674.00	2699.07	
Promedio	168.77	168.90	168.60	168.50		168.69

NÚMERO DE DIENTES / BULBO

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	7.00	7.33	6.80	7.13	28.27	7.07
2	7.53	7.27	7.33	6.87	29.00	7.25
3	7.13	8.00	7.87	8.07	31.07	7.77
4	7.87	7.80	8.20	7.87	31.73	7.93
Total	29.53	30.40	30.20	29.93	120.07	
Promedio	7.38	7.60	7.55	7.48		7.50

DIÁMETRO DE BULBO (mm)

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	3.24	3.28	3.31	3.36	13.19	3.30
2	3.52	3.63	3.69	3.67	14.51	3.63
3	3.97	3.81	3.95	4.02	15.75	3.94
4	4.77	4.84	4.72	4.90	19.23	4.81
Total	15.51	15.57	15.67	15.95	62.69	
Promedio	3.88	3.89	3.92	3.99		3.92

PESO DE BULBO (g)

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	25.58	26.34	27.17	25.90	105.00	26.25
2	31.34	32.79	32.21	33.22	129.56	32.39
3	38.27	37.38	37.85	37.58	151.08	37.77
4	41.01	42.16	41.85	40.66	165.68	41.42
Total	136.20	138.66	139.08	137.36	551.31	
Promedio	34.05	34.67	34.77	34.34		34.46

EL RENDIMIENTO (kg/hectárea)

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
1	14760.38	15196.92	15675.77	14942.31	60575.38	15143.85
2	12370.26	12942.89	12714.74	13114.47	51142.37	12785.59
3	11255.10	10993.33	11133.73	11051.96	44434.12	11108.53
4	9612.81	9880.47	9807.81	9529.53	38830.63	9707.66
Total	47998.56	49013.62	49332.04	48638.27	194982.50	
Promedio	11999.64	12253.40	12333.01	12159.57		12186.41

ANEXO 2: ANALISIS DE SUELO



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INFORME DE ENSAYO N° 071923-23/SU/ LABSAF - SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Flor de María Calixto Coello
Propietario / Productor	:	Universidad Daniel Alcides Carrión
Dirección del cliente	:	Jr. Yauli N° 531 - Pasco
Solicitado por	:	Flor de María Calixto Coello
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	01 muestra
Producto declarado	:	Suelo (Suelo Agrícola)
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Huanaca-Pasco-Pasco
Fecha(s) de muestreo	:	2023-07-14 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2023-07-20
Lugar de ensayo	:	Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2023-08-07
Colización del servicio	:	206-23-SA
Fecha de emisión	:	2023-08-10

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5
Código de Laboratorio	SU3064-SA-23	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo (Suelo Agrícola)	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2023-07-14	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	17:00:00	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	001	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH	unid. pH	0.1	6.6	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	5.7	-	-
Matena Orgánica	%	0.2	3.4	-	-
Nitrógeno (**)	%	-	0.17	-	-
Fosforo Disponible (**)	mg/Kg	0.5	9.7	-	-
Potasio Disponible (**)	ppm	3	292.1	-	-
Arena (**)	%	-	60	-	-
Limo (**)	%	-	23	-	-
Arcilla (**)	%	-	17	-	-
Clase Textural (**)	-	-	Franco Arenoso	-	-



ANEXO 3: Matriz de consistencia del Proyecto de Investigación: Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum* L) variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco 2023.

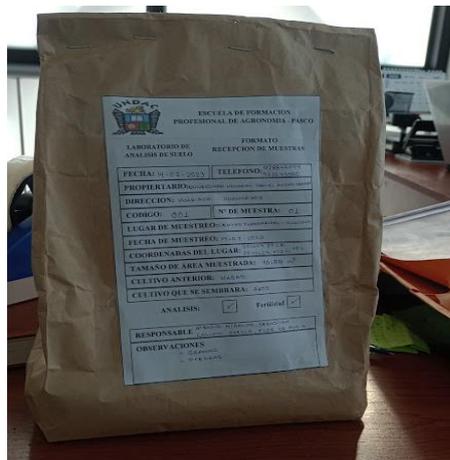
TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L) variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco 2023.	<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo, variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca 2023?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas con respecto a los componentes altura de planta, diámetro de bulbos, N° de dientes, peso de bulbos en el cultivo de ajo variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca? • ¿Cuál será el efecto de las densidades de plantas respecto al rendimiento y rentabilidad del cultivo variedad Chaulan, en condiciones edafoclimáticas de Huariaca? 	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar el efecto de las densidades de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo, variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Evaluar el efecto de las densidades de plantas respecto a los componentes altura de plantas, diámetro del bulbo, N° de dientes, peso de bulbos en ajo variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.</p> <p>b) Determinar el efecto de las densidades de plantas respecto a la rentabilidad del cultivo variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Si las densidades de siembra del cultivo de ajo con la variedad Chaulan e condiciones edafoclimáticas son favorables entonces con la variedad en estudio se obtendrán buenos rendimientos.</p> <p>Hipótesis específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las densidades de planta tendrá un efecto significativo al menos en uno de los componentes de rendimiento del cultivo variedad Chaulan. • Las densidades de plantas tendrá un efecto significativo en la rentabilidad del cultivo de ajo variedad Chaulan en condiciones edafoclimáticas de Huariaca. 	<p>Variable independiente: cultivo de ajo variedad Chaulan.</p> <p>Variable Dependiente: Rendimiento.</p> <p>Variable interviniente: Condiciones edafoclimáticas.</p>	<p>Cultivo de ajo</p> <p>Variedad Chaulan.</p> <p>Rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - N° de dientes/bulbo -Tamaño de bulbo -Diámetro de bulbo -Peso de bulbo -Rendimiento por hectárea <p>Fenología:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Días a la emergencia -Días a la floración -Días a la cosecha <p>Condiciones edafoclimáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Clima -Suelo

ANEXO 4: VISTAS FOTOGRÁFICAS

TOMA DE MUESTRA DE SUELO



MUESTRA PARA ANÁLISIS DE SUELO ENVIADOS A INIA



PREPARACIÓN DE TERRENO



INSTALACIÓN DE TESIS



SIEMBRA



INSTALACIÓN DE RIEGO



DESMALEZADO



RECOLECCION DE DATOS DIAS A LA GERMINACION



RECOLECCION DE DATOS DE ALTURA DE PLANTA



FUMIGACIÓN



ROTURACION DE PARCELAS



COSECHA Y RECOLECCION DE DATOS



PESO DE BULBO



DIAMETRO DE BULBO



CAMPO EXPERIMENTAL

