UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.) MEDIANTE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autor:

Byron Fernando Paltan Daquilema

Tutora:

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.) MEDIANTE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

REVISADO Y APROBADO



.....

Ing. Sonia Del Carmen Fierro Borja Mg.

TUTORA



.....

Ing. Carlos Wilfrido Taco Taco Mg.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Kleber Estuardo Espinoza Mora Mg.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Yo, Byron Fernando Paltan Daquilema, con CI 0606283570, declaro que el trabajo y los resultados presentados en el informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Byron Fernando Paltan Daquilema
C.I. 0606283570
AUTOR

Ing. Sonia Del Carmen Fierro Borja Mg
C.I. 0201084712
TUTORA

Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

No. ESCRITURA	20250201003P01333

DECLARACION JURAMENTADA
OTORGADA POR:
PALTAN DAQUILEMA BYRON FERNANDO
FACTURA: 001-002- 000014656
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veinte de mayo de dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparece el señor **PALTAN DAQUILEMA BYRON FERNANDO**, soltero, domiciliado en el cantón Guamote, provincia de Chimborazo y de paso por este lugar, con celular número 0988234225, correo electrónico fernandopaltan2001@gmail.com, por sus propios derechos. El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, hábil e idóneo para contratar y obligarse a quien de conocerlo doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruido por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento que dice: DECLARO QUE EL PRESENTE PROYECTO: **EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.) MEDIANTE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS. Previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar,** es de mi autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por el autor. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se afirma y se ratifica de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

PALTAN DAQUILEMA BYRON FERNANDO
C.C. 0606283570

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

Byron Fernando Paltan Daquilem

PROYECTO-FINAL-AJO_Paltan_Byron.pdf

David Silva

David Silva

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:459832972

Fecha de entrega

16 may 2025, 3:24 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 may 2025, 3:37 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

PROYECTO-FINAL-AJO_Paltan_Byron.pdf

Tamaño de archivo

1.9 MB

81 Páginas

17.037 Palabras

90.656 Caracteres

Ing. Sonia Del Carmen Fierro Borja Mg.
TUTORA

turnitin Página 1 of 87 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::3117:459832972

4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Submitted works
- Internet sources

Top Sources

0% Internet sources
4% Publications
0% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Ing. Sonia Del Carmen Fierro Borja Mg.
TUTORA

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Dedico este trabajo a mi madre Maria Daquilema y a mi padre Gerardo Paltan quienes me enseñaron el valor del esfuerzo. Cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y cada decisión que tomaron en mi nombre son el fundamento de mi éxito.

A mis hermanas Jessica, Fanny y mis hermanitos William y Alex quienes siempre me brindaron su apoyo y confiaron en mí en todo momento.

También a todos mis amigos, mis familiares, en especial a mi mejor amiga Sonia Chimbo quien desde el primer día en que inicié la vida universitaria me brindo su amistad y su apoyo incondicional.

En especial me dedico a mí mismo, por saber afrontar todos esos desafíos lejos de casa por emprender una vida lejos de aquellos seres queridos lejos de todo, pero siempre con la meta clara de llegar hasta los más alto y siempre dar lo mejor sin importar las dificultades y las adversidades que se presente en la vida.

Byron

.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindar salud, fuerza, y por permitir esta maravillosa oportunidad de cumplir mi meta más grande que un día lo prometí.

Agradezco a mis padres, quienes a pesar de la distancia siempre se hacían presente con su apoyo emocional constante y así seguir con mayor fuerza en los momentos más dificultosos.

A toda mi familia Paltan y Daquilema, en especial a mis primas Vanesa Paltan y Pamela Daquilema por apoyar en el transcurso de este camino de una u otra manera, el apoyo incondicional de cada uno de ellos ha sido muy importante durante mi preparación profesional.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, a la carrera de Agronomía, junto con sus profesionales designados a cada una de las cátedras implementadas dentro de la carrera quiénes fomentaron principios, valores y un compromiso para poder enaltecer la profesión. De manera especial, eternamente agradecido con la Ing. Sonia Fierro, mi tutora, por su invaluable guía y apoyo, también agradezco infinitamente a; Ing. Kleber Espinoza, Ing. Carlos Taco e Ing. David Silva, todos ellos me ayudaron en todo durante la elaboración de este proyecto de investigación.

Byron

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO Pag
CAPÍTULO I 1
1.1. INTRODUCCIÓN 1
1.2. PROBLEMA 3
1.3. OBJETIVOS 4
1.4. HIPÓTESIS 5
CAPÍTULO II 6
2. MARCO TEÓRICO 6
2.1. Origen 6
2.2. Clasificación taxonómica 6
2.3. Descripción morfológica de la planta 6
2.3.1. Sistema radicular 6
2.3.2. Tallo 7
2.3.3. Bulbo 7
2.3.4. Hojas 7
2.3.5. Escapo 8
2.3.6. Flor 8
2.3.7. Inflorescencia 8
2.3.8. Fruto y semillas 8
2.4. Requerimientos edafoclimáticos 9
2.4.1. Temperatura 9
2.4.2. Humedad 9
2.4.3. Altitud 9
2.4.4. Precipitación 9
2.4.5. Suelo y clima 10

2.5. Manejo de cultivo 10
2.5.1. Preparación de terreno 10
2.5.2. Siembra 10
2.5.3. Riego 10
2.5.4. Deshierba 11
2.5.5. Aporque 11
2.6. Plagas y enfermedades 11
2.6.1. Plagas 11
2.6.2. Enfermedades 12
2.7. Variedades 12
2.7.1. Ajo chino 13
2.7.2. Ficha técnica de ajo chino 13
2.7.3. Ajo nacional 14
2.7.4. Ficha técnica de ajo nacional 14
2.7.5. Requerimiento nutricional del cultivo de ajo 15
2.7.6. Valor nutricional de ajo 16
2.7.7. Importancia 16
2.7.8. Cosecha 16
2.7.9. Producción 17
2.7.10. Post cosecha 17
2.8. Fertilizantes químicos 17
2.8.1. Ficha técnica de 10-30-10 18
2.8.2. Ficha técnica de 15-15-15 19
2.8.3. Ficha técnica de 18-46-0 20
CAPÍTULO III 21
3. MARCO METODOLÓGICO 21

3.1. Ubicación y características de la investigación 21
3.2. Metodología 21
3.2.1. Material experimental 21
3.2.2. Factores en estudio 22
3.2.3. Tratamientos 22
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 22
3.2.5. Manejo del experimento 22
3.2.6. Métodos de evaluación 25
3.2.7 Análisis de datos 27
CAPÍTULO IV 28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 46
CAPÍTULO V 47
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47
5.1. CONCLUSIONES 47
5.2. RECOMENDACIONES 49
BIBLIOGRAFÍA 50
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	DETALLE	Pag.
1	Resultados estadísticos del factor A (Variedades de ajo), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH), Incidencia de plagas (IP) Incidencia de, enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Rendimiento por parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).	28
2	Resultados estadísticos del factor B (Tipos de fertilizantes químicos compuestos), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH) Incidencia de plagas (IP), enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Rendimiento por parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).	35
3	Resultados estadísticos la interacción entre factores A x B (Variedades de ajo por Tipos de fertilizantes químicos compuestos), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH), Incidencia de plagas (IP), enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Rendimiento por parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).	37
4	Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (X), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente Y).	44
5	Análisis económico de la relación beneficio/costo.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Promedios de la variable Días a la emergencia en variedades de ajo	28
2	Promedios de la variable Altura de planta en las variedades de ajo	30
3	Promedios de la variable Numero de hojas para las variedades de ajo	31
4	Promedios de la variable Diámetro ecuatorial del bulbo de las variedades de ajo.	32
5	Promedios de la variable Diámetro polar del bulbo para las variedades de ajo.	33
6	Promedios de la variable Rendimiento por hectárea de las variedades de ajo.	34
7	Promedios de la variable Días a la emergencia de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	38
8	Promedios de la variable Incidencia de enfermedades de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	39
9	Promedios de la variable Diámetro ecuatorial del bulbo de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	40
10	Promedios de la variable Diámetro polar del bulbo de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	41
11	Promedios de la variable peso de campo por parcela de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	42
12	Promedios de la variable Rendimiento por hectárea de acuerdo a la interacción entre el factor A x B	43

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de ubicación.
2	Croquis de ensayo.
3	Resultado de análisis de suelo.
4	Base de datos.
5	Fotografías.
6	Glosario de términos.

RESUMEN

El ajo (*Allium sativum* L.*)* es una planta herbácea de clima templado, tolerante al frío y a las heladas. El uso de fertilizantes químicos sigue siendo muy importante en los sistemas de producción, especialmente en cultivos hortícolas con muy alto rendimiento, dónde los macronutrientes N: forma parte de la clorofila, los ácidos nucleicos y las proteínas. Aunque constituye cerca del 78% del aire atmosférico y también está presente en la materia orgánica del suelo, P: este elemento favorece el desarrollo del sistema radicular, estimula la floración, refuerza la tolerancia de la planta ante condiciones adversas, K: presenta el incremento del contenido de azúcares y fortalece la resistencia de las plantas frente a enfermedades y condiciones de sequía. La investigación tuvo como objetivos: i) Determinar las características agronómicas del cultivo de ajo en cada variedad; ii) Estimar con cuál de los fertilizantes químicos se obtiene el mayor rendimiento; iii) Identificar cual tratamiento presenta los mejores resultados agronómicas y productivas; iv) Establecer el análisis económico beneficio-costo a los diferentes tratamientos. Uno de los principales problemas es el desconocimiento de manejo agronómico del cultivo de ajo, la falta de variedades o ecotipos y la inexistencia de un plan de fertilización que corrija las deficiencias del suelo, para que responda de buena manera el mejoramiento de cultivo de ajo. Se utilizó diseño de bloques completos al azar DBCA con 8 tratamientos y 3 repeticiones, y 3 tipos de fertilizantes químicos. El análisis que se realizó en esta investigación fue la prueba de Tukey al 5% y comprobar los promedios de factor A, B y el análisis de correlación y regresión lineal simple. De acuerdo a los resultados el tratamiento con más alto rendimiento se determinó en el T2: (Ajo nacional + 15-15-15), registró los mejores promedios en la variables agronómicas y productivas: (AP) con 17.51 cm, (DEB) con 2.52 cm, (DPB) con 2.02 cm, (PB) con 935.87 g, (RH) con 9 393.9 kg/ha, en cuanto a la relación beneficio/costo (B/C), se registró el mayor valor del tratamiento T2; indica que por cada $1.00 invertido en este tratamiento se obtuvo un retorno neto de $1.77 de ganancia, lo que evidencia su viabilidad económica. Este comportamiento puede atribuirse a una mejor adaptación de la variedad de ajo chino a las condiciones de fertilización especifica optimizando el rendimiento del cultivo.

Palabras claves: Evaluación agronómica, fertilizantes químicos, variedades, rendimiento

SUMMARY

Garlic (*Allium sativum* L.) is a temperate herbaceous plant, tolerant to cold and frost. The use of chemical fertilizers remains very important in production systems, especially in high-yield horticultural crops, where the macronutrients N: is part of chlorophyll, nucleic acids and proteins. Although it constitutes about 78% of atmospheric air and is also present in soil organic matter, P: this element favors the development of the root system, stimulates flowering, reinforces the plant's tolerance to adverse conditions, K: presents the increase in sugar content and strengthens the resistance of plants to diseases and drought conditions. The research had the following objectives: i) Determine the agronomic characteristics of garlic cultivation in each variety; ii) Estimate which of the chemical fertilizers obtains the highest yield; iii) Identify which treatment presents the best agronomic and productive results; iv) Establish the benefit-cost economic analysis for the different treatments. One of the main problems is the lack of knowledge about agronomic management of garlic cultivation, the lack of varieties or ecotypes, and the lack of a fertilization plan to correct soil deficiencies to ensure a good response to garlic crop improvement. A randomized complete block design (RCBD) was used with 8 treatments and 3 replicates, using 3 types of chemical fertilizers. The analysis performed in this research included the 5% Tukey test, checking the averages of factors A and B, and simple linear regression and correlation analysis. According to the results, the treatment with the highest yield was determined in T2: (National Garlic + 15-15-15). It recorded the best averages in the agronomic and productive variables: (AP) with 17.51 cm, (DEB) with 2.52 cm, (DPB) with 2.02 cm, (PB) with 935.87 g, (RH) with 9393.9 kg/ha. Regarding the benefit/cost ratio (B/C), the highest value was recorded in treatment T2; this indicates that for every $1.00 invested in this treatment, a net return of $1.77 was obtained, demonstrating its economic viability. This performance can be attributed to a better adaptation of the Chinese garlic variety to the specific fertilization conditions, optimizing crop yield.

Keywords: Agronomic evaluation, chemical fertilizers, varieties, yield.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es una planta herbácea cultivada, pertenece a la familia *Amaryllidaceae*. Su sabor y olor característicos se deben a compuestos como la alicina y su ciclo vegetativo es originariamente perenne. Centra principalmente en su capacidad para formar un bulbo subterráneo (su principal órgano de reserva), el cual almacena almidón y otros nutrientes que son esenciales para el desarrollo de la planta (Castillo, 2020).

La principal región productora es China que representa en promedio el 78% del total producido en el mundo, le sigue en importancia, aunque en una menor proporción la India (6%) y más abajo otros países asiáticos como Bangladesh (1.6%), República de Corea (1.2%), etc. Sin embargo, llama la atención que el restante 9% la realicen más de 100 países, en volúmenes poco significativos, entre ellos tenemos España, Argentina y Perú. La producción de ajo a nivel internacional es de aproximadamente 1.5 millones de toneladas anuales. Es importante mencionar que muchos países exportadores van ganado posición en el mercado mundial (Romero, 2020).

En Ecuador se destaca por sus propiedades geográficas y climáticas favorables, especialmente en provincias como Tungurahua, Chimborazo, Carchi, Cañar, Loja y Cotopaxi. Estas regiones ofrecen condiciones óptimas en términos de clima, altitud y suelo para su desarrollo. El periodo vegetativo del ajo en Ecuador varía entre 4 a 6 meses desde la siembra hasta la cosecha, y estas provincias mencionadas contribuyen significativamente, representando una producción nacional, aproximadamente 849 ha, con una producción anual de 6000 t. Sin embargo, el consumo nacional es de alrededor de 12 600 t al año (Tenesaca, 2022).

Además, en el mercado ecuatoriano el producto se comercializa en fresco o semi seco y procesado, debido a que la producción local no satisface completamente la demanda del producto, es importado principalmente de Perú y China. Por ello, la

cadena de suministro y comercialización del ajo en Ecuador refleja una combinación de producción local e importaciones, así como una diversidad de formas de comercialización y canales de distribución para satisfacer la demanda del producto en todo el país (Sanchez, 2020).

La producción en la provincia de Chimborazo, los rendimientos varían según las distintas zonas de producción. Así, en cantón Guamote y otros cantones, en donde se obtiene el ajo nacional de mejor calidad, los rendimientos se pueden estimar en 6 000 kg/ha (en fresco), en cambio el rendimiento es menor a 5 000 kg/ha para el ajo chino, también en fresco (Tenesaca, 2022).

El uso de fertilizantes químicos sigue siendo muy importante en los sistemas de producción, especialmente en cultivos hortícolas, para lograr altos rendimientos y mejor calidad, porque si bien el suelo contiene todos los nutrientes que las plantas necesitan, pero en la mayoría de casos no es suficiente para un alto rendimiento de los cultivos. El uso apropiado de fertilizantes requiere conocimiento de sus propiedades, efectos sobre cultivos y el suelo, métodos de aplicación y como desarrollar un programa de fertilización (Martinez , 2020).

Además, los principales macronutrientes como; N: forma parte de la clorofila, los ácidos nucleicos y las proteínas. Aunque constituye cerca del 78% del aire atmosférico y también está presente en la materia orgánica del suelo. Para ser absorbido, el nitrógeno debe transformarse primero en amonio ($NH4^{+}$) o nitrato ($NO3^{-}$), que son las formas asimilables por las plantas, P: este elemento favorece el desarrollo del sistema radicular, estimula la floración, refuerza la tolerancia de la planta ante condiciones adversas y contribuye a mejorar la calidad del cultivo, ya que contiene enzimas, proteínas, los ácidos nucleicos y ATP, una molécula clave en el almacenamiento y transferencia de energía dentro de las células vegetales, K: presenta el incremento del contenido de azúcares en frutas, el mayor tamaño en hortalizas, un nivel más alto de proteínas en cereales, y una mayor durabilidad de la cosecha tras la recolección. Además, fortalece la resistencia de las plantas frente a enfermedades y condiciones de sequía (Sela, 2020).

1.2. PROBLEMA

Uno de los principales problemas es el desconocimiento de manejo agronómico del cultivo de ajo, los agricultores que producen ajo en Ecuador tienen la idea errónea de que este cultivo tiende a dejar estéril al suelo, pero lo cierto es que el suelo, además puede perder sus propiedades, debido a la deficiencia de macro o micro nutrientes o pérdida del mismo, y estos a la vez pueden tener efectos altamente perjudiciales tanto al suelo como al cultivo.

La deficiencia nutricional en el cultivo de ajo, hace que la planta sea más pequeña y susceptible. Esto se da debido a suelos de pH elevado o bajo, suelos arenosos, bajo o alto contenido de materia orgánica, y condiciones de sequía, lo cual implica un bajo rendimiento y reduce la rentabilidad del cultivo.

Un componente que limita la producción, es la falta de variedades o ecotipos que respondan de buena manera a las condiciones agroecológicas del cantón Guamote y la inexistencia de un plan de fertilización que corrija las deficiencias del suelo y brinde a la planta los elementos para una correcta nutrición.

La presente investigación tiene la finalidad de obtener información que beneficiará directamente a los agricultores, ya que el cultivo de ajo representa gran importancia en la producción de sector agrícola.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar agronómica y productivamente dos variedades de ajo mediante tres tipos de fertilizantes químicos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas del cultivo de ajo en cada variedad.
- Estimar con cuál de los fertilizantes químicos se obtiene el mayor rendimiento.
- Identificar cual tratamiento presenta los mejores resultados agronómicas y productivas.
- Establecer el análisis económico beneficio-costo a los diferentes tratamientos.

1.4. HIPÓTESIS

Ho= La respuesta agronómica y productiva del cultivo de ajo, no depende de las variedades y los tipos de fertilizantes químicos.

H1= La respuesta agronómica y productiva del cultivo de ajo, depende de las variedades y los tipos de fertilizantes químicos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El ajo *(Allium sativum* L.*)* es una planta con una fascinante historia de propagación y uso en diversas culturas a lo largo de milenios. Originario de Asia Central, se expandió hacia el este, llegando a China, y hacia el oeste, alcanzando Europa. Los españoles desempeñaron un papel crucial en la introducción del ajo en América, llevándolo consigo desde Europa durante la época de la colonización. Desde entonces, el ajo se ha difundido por todo el mundo, especialmente en el área mediterránea, y ha sido cultivado y consumido durante miles de años (Cevallos, 2023).

2.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Asparagales
Familia: Amarillidaceae
Género: Allium
Especie: *sativum*

Fuente: (FAO, 2020).

2.3. Descripción morfológica de la planta

2.3.1. Sistema radicular

La longitud máxima de las raíces, que oscila entre 10 a 30 cm, puede variar dependiendo de factores como el tipo de suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, y las condiciones específicas de cultivo. En general, las plantas con sistemas radiculares superficiales pueden adaptarse bien a suelos fértiles y bien

drenados, pero pueden ser más susceptibles a la sequía en comparación con las plantas con sistemas radiculares más profundos (Vega, 2022).

2.3.2. Tallo

Dentro de este órgano morfológico hay tallo verdadero y falso, donde el tallo verdadero, es subterráneo en la base del bulbo, son muy cortos, es el eje central desde donde se originan las raíces y se insertan las hojas. En cambio, el pseudotallo "tallo falso" es la parte aérea, justo encima del bulbo formado por la superposición de las vainas foliares "base de las hojas" (Pinzon, 2020).

2.3.3. Bulbo

El bulbo del ajo es un órgano subterráneo comestible, formado por múltiples dientes dispuestos alrededor de un eje central. El bulbo de ajo está formado por unidades elementales o dientes "gajos". Una cabeza de ajo puede pesar entre 30 y 50 g a veces hasta 100 g estando constituidas por 8 y 14 dientes, además está compuesto por varios bulbillos, denominados dientes y unidos en su base, cada diente está protegido por una túnica individual y todo el bulbo se recubre con una envoltura papirácea, cuyo color varía según la variedad. Su forma suele ser globosa y actúa como reserva de nutrientes y medio de reproducción vegetativa, ya que cada diente puede generar una nueva planta. Se desarrolla a partir del tallo verdadero, y su crecimiento depende de factores como el suelo, el riego, la fertilización y la variedad genética. Además, contiene compuestos azufrados que le dan su aroma y sabor característicos (Huamán, 2021).

2.3.4. Hojas

Las hojas son alargadas, planas y lineares, de color verde intenso, con disposición envolvente alrededor del pseudotallo. Están formadas por una vaina que rodea la base y un limbo estrecho que se proyecta hacia arriba. No tienen pecíolo y cumplen una función esencial en la fotosíntesis, ya que aportan los carbohidratos necesarios para el desarrollo del bulbo. Al madurar la planta, las hojas inferiores suelen secarse, indicando que el cultivo se acerca a la cosecha (Pinedo, 2023).

2.3.5. Escapo

El escapo suele ser cilíndrico y macizo, con dimensiones que pueden variar dependiendo de la especie y el ecotipo. La sección basal del escapo tiende a ser más gruesa, mientras que la parte apical es más delgada. Esta estructura puede presentar cierta curvatura o torsión, lo que le confiere una apariencia característica (Pinzon, 2020).

2.3.6. Flor

La flor del ajo aparece en algunas variedades, especialmente las del tipo ajo duro o "hardneck", ya que muchas variedades cultivadas no florecen o desarrollan flores estériles debido a su reproducción vegetativa. Cuando se presenta, la flor del ajo surge en el extremo de un escapo floral, que es un tallo hueco, largo y cilíndrico que se eleva desde el centro del pseudotallo. En el extremo del escapo se forma una inflorescencia en umbela, redondeada y compacta, generalmente envuelta al inicio por una estructura llamada espata, que se abre cuando la inflorescencia está madura. Las flores, cuando están presentes y son fértiles, tienen seis tépalos, seis estambres y un ovario trilocular, pero en la mayoría de los cultivares modernos no producen semillas viables (Gaona, 2021).

2.3.7. Inflorescencia

Esto presenta en variedades fértiles o según el tipo de variedad, la inflorescencia del ajo es del tipo umbela, lo que significa que todas las flores se originan desde un punto común al final del escapo floral (un tallo largo, hueco y cilíndrico), formando una estructura redondeada o semiesférica. Esta umbela suele estar inicialmente protegida por una espata “una especie de hoja modificada” que se abre cuando la inflorescencia está madura (Pinedo, 2023).

2.3.8. Fruto y semillas

El ajo cultivado no suele producir frutos, ya que la mayoría de las variedades no desarrollan flores fértiles, y por lo tanto no hay fecundación ni formación de fruto. Además, no produce semillas viables, ya que se ha adaptado a la reproducción

vegetativa por medio de dientes o bulbillos. Esto significa que cada nuevo cultivo de ajo se genera plantando un diente del bulbo, no a partir de semillas sexuales. Por ende, la reproducción se da por; dientes (gajos) del bulbo y bulbillos aéreos, cuando están presentes (Gaona, 2021).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.4.1. Temperatura

Aunque el rango óptimo de temperaturas es de 13 a 24 °C, el ajo puede tolerar temperaturas más frías, con un mínimo de alrededor de 7 °C (45 °F). Sin embargo, temperaturas por debajo de este umbral pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo. Por otro lado, temperaturas superiores a los 30 °C (86 °F) pueden ser demasiado altas y afectar negativamente la calidad y el rendimiento del ajo (PROAIN, 2020).

2.4.2. Humedad

Básicamente en este cultivo, la húmeda ideal es aproximadamente de 50% a 70% de humedad relativa. Este rango de humedad favorece el crecimiento saludable del ajo, ya que una humedad demasiado alta puede promover enfermedades fúngicas y bacterianas, mientras que una humedad demasiado baja puede afectar el desarrollo del bulbo y la acumulación de nutrientes (DIGERA, 2024).

2.4.3. Altitud

Altitud óptima: 2500 a 3500 msnm, la altitud puede variar según la zona geográfica y tipos de variedades. Este rango ofrece un clima templados y fríos, ideal para el desarrollo vegetativo y la formación del bulbo. Temperaturas generalmente entre 13 °C y 24 °C, condiciones muy favorables para el crecimiento del ajo (Tirado, 2020)

2.4.4. Precipitación

El ajo básicamente se requiere 300 a 600 mm durante el ciclo del cultivo. Lo más

importante es que la distribución sea regular en las etapas críticas, y evitar el exceso de humedad cerca de la cosecha (DIGERA, 2024).

2.4.5. Suelo y clima

Los suelos aptos y requeridos son suelos francos, francos arenosos o franco-limosa, suelos muy arcillosos o compactos dificultan el crecimiento del bulbo. El pH óptimo 6.0 y 7.5 un pH más bajo puede limitar la absorción de nutrientes. El ajo se adapta bien a climas templados-frescos. Requiere ciertos periodos de frío para inducir la formación de bulbos “vernalización” (Tirado, 2020).

2.5. Manejo de cultivo

2.5.1. Preparación de terreno

El suelo debe estar previamente removido, esto con la finalidad de mejorar sus condiciones físicas, para obtener una mejor circulación del aire y agua, a la vez eso facilita al rápido desarrollo del sistema radicular del cultivo, por ello, elegir suelos francos, arcillosos, permeables y bien drenados, donde el cultivo pueda desarrollar de la mejor manera (Ruiz, 2021).

2.5.2. Siembra

La siembra del ajo puede realizarse de diferentes formas según el sistema de producción, las condiciones del terreno y el manejo deseado. El suelo debe estar ligeramente húmedo, bien mullido y libre de malezas, la mayoría de casos es recomendable dos métodos de siembra; por densidad de siembra y por chorro continuo (Tirado, 2020).

2.5.3. Riego

El ajo requiere un riego ligero inmediatamente después de la siembra, y es importante mantener el suelo húmedo durante su desarrollo inicial. Por ello, se deben realizar riegos frecuentes, especialmente en períodos de sequía o ausencia de lluvias. Generalmente, se recomienda regar dos o tres veces por semana hasta que comience la formación del bulbo (bulbificación). Es fundamental evitar el exceso

de agua, ya que puede provocar pudrición del bulbo, marchitez de la planta y aparición de enfermedades fúngicas (Busquets, 2021).

2.5.4. Deshierba

Esta técnica no solo se realiza con el fin de quitar las malas hierbas sino para inhibir la germinación de semillas de malas hierbas, también para la desinfección y esterilización de hongos y gérmenes patógenos (Mingozzi, 2022).

2.5.5. Aporque

Es importante realizar el aporque con cuidado para evitar dañar las raíces. La tierra arrimada cerca de las plantas debe permanecer suelta y no cubrir demasiado las plantas para evitar la formación de bulbos deformes o retrasar su maduración (Tenesaca, 2022).

2.6. Plagas y enfermedades

2.6.1. Plagas

Ácaros de los bulbos *(Rhizoglyphus echinopus)*

Los ácaros de los bulbos principalmente llegan alimentarse de los “bulbos”, generalmente en lugares donde ya hubo presencia de otra plaga o enfermedad, causando que los bulbos se vuelvan una masa “pulposa” estableciendo de manera más rápida por colonias, produciendo un daño rápidamente (Pérez, 2024).

Gusano alambre (*Agriotes* sp.)

Son los que más pueden afectar al cultivo, podemos encontrar en las primeras fases del ciclo del cultivo del ajo. Los ataques que presentan provocan amarillamiento, marchitez. Desecación e incluso muerte de plántulas debido a las destrucciones del sistema radicular. Por ende esto facilita a la entrada de enfermedades, esto por la heridas producidas por dicha plaga (Sipcam, 2021).

Nemátodos del bulbo *(Ditylenchus dipsaci)*

Esta plaga es la más peligrosa en el cultivo del ajo por lo que se debe realizar análisis

tanto en el suelo como en las semillas. Los síntomas varían desde no ser visibles en etapas tempranas hasta la manifestación de plantas más pequeñas de lo normal, hojas amarillentas y deformidades en el crecimiento que pueden llevar eventualmente a la muerte de la planta. Para controlar esta plaga se utiliza Fenamidofós en una dosis de 150ml por cada 100L de agua (Rueda, 2022).

Mosca de los bulbos *(Eumerus strigatus)*

Cuando esta plaga está presente, la planta mostrara signos de ablandamiento e incluso se volverá esponjosa hasta colapsar, luego comienza a pudrirse a medida que la plaga penetra en la planta, formando canales "galerías" en el bulbo y provocando que el tejido se vuelva una masa pulposa (Belchim, 2023).

2.6.2. Enfermedades

Mancha púrpura *(Alteriana porri)*

Se presentan en lesiones aisladas, estos son pequeñas, amarillas claras, a violáceas o pardas, formando manchas más extendidas dando la apariencia de tizón en los cultivos afectados. Se controla efectuando tratamientos al follaje con productos como mancozeb, carbendazin o clorotalonil (LOMAR, 2025).

Pudrición blanca *(Sclerotium cepivorum* Berk.*)*

Hongo que afecta exclusivamente a las especies de *Allium*, se encuentra prácticamente en todas las regiones donde se cultivan estas especies y puede causar pérdidas de hasta el 100 % de la cosecha, puede prevenir parcialmente utilizando Dióxido de cloro (C_1O_2) el cual fue descubierto en 1814, es usado como un desinfectante con grandes efectos además no necesita de altas concentraciones. Usado como nueva alternativa para prevenir y controlar patógenos que se encuentran en el suelo ofreciendo una buena desinfección y hongo entomopatógeno *Trichoderma harzianum* (Zapata, 2022).

2.7. Variedades

En cantón Guamote, presente a la investigación: ajo chino y ajo nacional.

2.7.1. Ajo chino

Es muy productivo, sus dientes, varían en número y están recubiertos por una envoltura apergaminada, un aroma muy fuerte y un sabor picante.

2.7.2. Ficha técnica de ajo chino

<table>
<tr><th colspan="3">Propiedades generales</th></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="2">Ajo chino de tamaño “regular a grande”, el número de dientes varia de 10 a 12 son carnosos y curvada arqueada en uno de sus extremos, de piel blanca. Al retirar las túnicas que cubre el diente, el bulbo es de forma esférica achatada por los costados.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Propiedades específicas</th></tr>
<tr><td>Nombre común: Ajo</td><td rowspan="4">Período vegetativo</td><td rowspan="4">150 días o de 5 a 6 meses.</td></tr>
<tr><td>Nombre Científico: Allium sativum</td></tr>
<tr><td>Origen: Asiático – Mediterráneo</td></tr>
<tr><td>Familia: Amarillidaceae</td></tr>
<tr><td>Requerimientos del suelo</td><td colspan="2">Suelos sueltos de francos, francos arcillosos. En general, con pH de 6.5 a 7, medianamente tolerante a la salinidad.</td></tr>
<tr><td>Época de siembra</td><td colspan="2">Se recomienda sembrar en los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio.</td></tr>
<tr><td>Cosecha</td><td colspan="2">La cosecha aproximadamente se lo realiza en seis meses, según el día o mes en lo que siembran.</td></tr>
<tr><td>Rendimiento</td><td colspan="2">4500 kg/ha a 5600 kg/ha</td></tr>
<tr><td>T. óptima/promedio</td><td colspan="2">16-20 ºC</td></tr>
<tr><td>Humedad</td><td colspan="2">50-60%</td></tr>
<tr><td>Luminosidad</td><td colspan="2">5-8 horas/sol/día.</td></tr>
<tr><td>Variedad</td><td colspan="2">Chino o Chino morado/blanco.</td></tr>
<tr><td>Clima</td><td colspan="2">Prefiere los templados a fríos y poco sujetos a cambios bruscos.</td></tr>
<tr><td>Precipitación media</td><td colspan="2">400 a 600 mm</td></tr>
</table>

Fuente: (ODEPA, 2020)**.**

2.7.3. Ajo nacional

Esta variedad también conocida como "ajo morado" produce bulbos de color morado, con un promedio de 10 dientes (variando de 7 a 8), los cuales están cubiertos con 5 a 6 capas (Rueda, 2022).

2.7.4. Ficha técnica de ajo nacional

<table>
<tr><th colspan="3">Propiedades generales</th></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="2">• Su raíz es bulbosa de color morado los cuales constituyen lo que vulgarmente se conoce como «cabeza de ajo».
• En la base de esta cabeza nacen las verdaderas raíces que son las que sirven para alimentar a la planta. Las hojas son radiales, alternas y alargadas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Propiedades específicas</th></tr>
<tr><td>Nombre común: Ajo</td><td rowspan="4">Período vegetativo</td><td rowspan="4">de 165 a 170 días o de 6 a 7 meses.</td></tr>
<tr><td>Nombre Científico: Allium Sativum</td></tr>
<tr><td>Origen: España</td></tr>
<tr><td>Familia: Amarillidaceae</td></tr>
<tr><td>Requerimientos del suelo</td><td colspan="2">Ricos en materia orgánica (con buena dotación de azufre), pH 5.8 - 6.5 o 7.5 -8. Bien mullidos y nivelación uniforme.</td></tr>
<tr><td>Época de siembra</td><td colspan="2">Se siembra todo el año, con picos de marzo-julio.</td></tr>
<tr><td>Cosecha</td><td colspan="2">Se cosecha todo el año, con picos de julio-octubre.</td></tr>
<tr><td>T. optima/promedio</td><td colspan="2">14-16 ºC</td></tr>
<tr><td>Humedad</td><td colspan="2">60-70%</td></tr>
<tr><td>Precipitación</td><td colspan="2">500 a 600 mm</td></tr>
<tr><td>Variedad</td><td colspan="2">Nacional (Morado)</td></tr>
<tr><td>Rendimiento</td><td colspan="2">6000 a 8000 kg/ha.</td></tr>
<tr><td>Produce Bulbos/Promedio</td><td colspan="2">11-10 bulbillos.</td></tr>
</table>

Fuente: (SIPSA, 2021)**.**

2.7.5. Requerimiento nutricional del cultivo de ajo

El ajo, como cualquier cultivo, tiene requerimientos nutricionales específicos para crecer de manera óptima y producir bulbos de calidad. Sus necesidades varían según la etapa de crecimiento, pero en general, los macronutrientes y micronutrientes esenciales son los siguientes:

Nutrientes	Función en el Cultivo de Ajo	Requerimientos
Nitrógeno (N)	Promueve el crecimiento vegetativo y la formación de hojas.	Aproximadamente 80-120 kg/ha en suelos fértiles.
Fósforo (P)	Ayuda al desarrollo de raíces, la formación de flores y bulbos.	40-60 kg/ha (es crucial para el inicio del crecimiento).
Potasio (K)	Favorece la formación de bulbos, resistencia a enfermedades y calidad del ajo.	100-150 kg/ha.
Calcio (Ca)	Esencial para el desarrollo de células vegetales y fortalece la pared celular.	50-100 kg/ha (se puede ajustar según el pH del suelo).
Magnesio (Mg)	Participa en la fotosíntesis y el desarrollo de hojas saludables.	25-50 kg/ha.
Azufre (S)	Importante para la formación de compuestos de azufre, como la alicina, que le da al ajo sus propiedades medicinales.	30-50 kg/ha.
Boro (B)	Importante para el desarrollo de raíces y la formación de bulbos.	0.5-1 kg/ha.
Hierro (Fe)	Crucial para la fotosíntesis y el metabolismo del ajo.	2-4 kg/ha.
Zinc (Zn)	Participa en la producción de proteínas y la fotosíntesis.	2-3 kg/ha.
Cobre (Cu)	Ayuda en la formación de la clorofila y en la defensa contra enfermedades.	0.5-1 kg/ha.

Fuente: (INFOAGRO, 2020).

2.7.6. Valor nutricional de ajo

El ajo posee una gran variedad de nutrientes;

- Calorías: 119 kcal 623 kJ
- Carbohidratos: 24.30 g
- Azúcares: 1 g
- Grasas: 0.23 g
- Proteínas: 4.30 g
- Niacina: 1.02 mg
- Ácido pantoténico: 0.596 mg
- Vitamina B6: 0.32 mg
- Vitamina C: 1.00 mg
- Calcio: 17.80 mg
- Hierro: 1.2 mg
- Magnesio: 24.10 mg
- Sodio: 19 mg
- Zinc: 1.10 mg (Meza, 2023).

2.7.7. Importancia

El cultivo y la exportación de ajo tienen un impacto significativo en muchas economías a nivel mundial. El ajo es un cultivo rentable que contribuye tanto al mercado interno como al mercado internacional de numerosas regiones. Aquí hay algunas razones por las cuales el ajo es tan importante económicamente (Tenesaca, 2022).

2.7.8. Cosecha

El cultivo del ajo en Ecuador tiene una duración que oscila entre 120 y 150 días, siendo esta variabilidad atribuible a la variedad utilizada y a la altitud. Es importante destacar que el rango de temperatura es crítico durante los primeros días del cultivo, ya que un crecimiento adecuado del tallo exterior antes de la formación del bulbo es fundamental para obtener un rendimiento óptimo de la planta. Por lo tanto, es necesario monitorear y controlar las condiciones climáticas durante este período

crucial para garantizar el desarrollo saludable de los ajos y maximizar la producción (Tenesaca, 2022).

2.7.9. Producción

Generalmente la producción de ajo está dada en; 13.3 t/ha (Peso fresco), provenientes de semilla de primera. Con respecto a la semilla de segunda, el rendimiento obtenido fue de 7.8 t/ha (peso fresco). Sin embargo, después del secado el ajo pierde un 40% de su peso, obteniendo un rendimiento de entre 4.7 y 8 t/ha, esto depende del manejo y calidad de la semilla (Sanchez, 2020).

2.7.10. Post cosecha

Una vez que las semillas estén secas, se debe limpiar el exceso de tierra seca para prepararlas para el almacenamiento. Esto puede hacerse manualmente o con herramientas que ayuden a quitar la tierra adherida. Las semillas de ajo deben almacenarse en un lugar ventilado, protegido de la humedad y de la luz directa del sol. Además, deben estar protegidas de la invasión de animales u otros organismos que puedan dañarlas (Agüero, 2021).

2.8. Fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos han contribuido al rendimiento de los cultivos, produciendo un aumento en la producción mundial de alimentos. Además, son importantes para el rendimiento de los cultivos, produciendo un aumento en la producción de alimentos en el mundo.

- El nitrógeno es uno de los nutrientes primarios, siendo el principal limitante para la productividad agrícola, ya que el N es un constituyente de enzimas, proteínas, ADN, y clorofila.
- Otro fertilizante fundamental es el fósforo, es un actor principal en la fotosíntesis y el transporte de nutrientes a la planta.
- En cambio, el potasio mantiene el equilibrio iónico y el estatus hídrico dentro de la planta. Está involucrado en la producción y transporte de azúcares, activación enzimática, y síntesis de proteínas (Orchardson, 2020).

2.8.1. Ficha técnica de 10-30-10

<table>
<tr><th colspan="5">GENERALIDADES</th></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción del producto</td><td colspan="3">Es una mezcla balanceada que contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, Azufre, Calcio, Zinc ya que son elementos requeridos por los cultivos para una mejor producción.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre comercial</td><td colspan="3">¨10-30-10¨</td></tr>
<tr><td colspan="2">Registro de venta ICA N°</td><td colspan="3">3899</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre común</td><td colspan="3">Fertilizante mezclado NPK para aplicación vía foliar o granular.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de formulación</td><td colspan="3">Complejo Granular.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contiene Elementos</td><td colspan="3">Elementos mayores (N, P, K), secundarios (Ca, Mg, S) y menores (Cu, Fe, Zn, B, Mn, Mo), nutrientes esenciales para lograr la máxima producción de los cultivos.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Composición química</td><td colspan="3">Modo de acción</td></tr>
<tr><td colspan="3">Estimula el rápido crecimiento de un color verde intenso a las hojas y mejora su calidad, aumenta el contenido de proteínas, la producción de frutos y semillas.</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno total (NT)</td><td>10%</td><td>Cultivo</td><td>Dosis</td><td>Época de aplicación</td></tr>
<tr><td>Fósforo (P_2O_5)</td><td>30%</td><td>Ajo</td><td>100-250 kg/ha</td><td>Se aplica en la primera fase del cultivo.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Importancia y beneficio del producto</td></tr>
<tr><td colspan="5">• Estimula el crecimiento del follaje y de brotes nuevos. Ayuda a soportar condiciones adversas, como falta de humedad del suelo, estimula el desarrollo precoz de las raíces y el crecimiento de la planta.</td></tr>
</table>

Fuente: (QUIMASA, 2022).

2.8.2. Ficha técnica de 15-15-15

GENERALIDADES	
Nombre comercial	Triple quince
Formula comercial	15-15-15
Registro	Insai
Composición garantizada	• Nitrógeno total (% N) 15 • Fósforo total (% P_2O_5) 15 • Potasio total (% K_2O) 15
Características físicas y químicas	
Presentación física	Fertilización completa, solido soluble, de color biege pálido.
Disponibilidad en el suelo	Fertilizante altamente soluble que proporciona una liberación rápida y continúa de los nutrientes, lo cual permite una absorción eficiente de estos por las plantas
Características	Fertilizante con altos contenidos de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.
Solubilidad en agua	90 g/100 ml.
Granulometría	97% gránulos tiene un diámetro entre 1-6 mm
Cantidad de fertilizante por cada 100 kg de producto	Triple quince 15-15-15 posee 55 kg efectivos de nutrientes y 44 kg de material inerte por cada 100 kg de formula.
Contenido de metales pesados	Fertimacho es un fertilizante ambientalmente seguro, con bajo contenido de metales pesados.
Cultivo	Ajo
Dosis	300 a 500 kg/ha
Época de aplicación	Pre siembra, al voleo con inmediata incorporación al suelo, mediante un pase de rastra liviana. También, al momento de siembra: colocado en bandas a un lado y por debajo de las semillas.

Fuente: (DIPROAGRO, 2020)

2.8.3. Ficha técnica de 18-46-0

<table>
<tr><td>Descripción del producto</td><td colspan="3">La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="4">GENERALIDADES</td></tr>
<tr><td>Nombre comercial</td><td colspan="3">DAP</td></tr>
<tr><td>Nombre genérico</td><td colspan="3">FOSFATO DIAMÓNICO 18-46-0</td></tr>
<tr><td>Registro de venta ICA N°</td><td colspan="3">6959</td></tr>
<tr><td>Nombre común</td><td colspan="3">Fosfato dibásico de amonio, fosfato monoácido de amonio.</td></tr>
<tr><td>Tipo de formulación</td><td colspan="3">$(NH_4)_2\ HPO_4$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Composición química</td><td colspan="3">Modo de acción</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fertilizante completo para aplicar vía foliar, que promueve y activa los procesos de enraizamiento, macollamiento, floración, fructificación y cuajado.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nitrógeno total (N) 18%
Fósforo (P_2O_5) 46%</td><td>Cultivo</td><td>Dosis</td><td>Época de aplicación</td></tr>
<tr><td>Ajo</td><td>200 kg/ha a 250kg/ha</td><td>Depende de la edad fisiológica del cultivo y recomendaciones del técnico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Importancia y beneficio del producto</td></tr>
<tr><td colspan="4">• Se puede aplicar como abonado de fondo, o bien antes o durante la siembra. Cuando se disuelve en el suelo, alcaliniza temporalmente el pH de la solución del suelo alrededor del gránulo.
• El azufre que contiene también contribuye a una mejor absorción del nitrógeno y fósforo por las raíces de las plantas.</td></tr>
</table>

Fuente: (AGROACTIVO, 2021)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

Este experimento se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Guamote, Parroquia Palmira en la Localidad de Galte Jatun Loma.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud:	3400 msnm
Latitud:	74°21’09” E
Longitud:	97°74’41” N
Temperatura máxima:	24°C
Temperatura mínima:	8°C
Temperatura media anual:	13ºC
Precipitación media anual:	6833 mm
Heliófila promedia anual:	12 horas/luz/día
Humedad relativa promedio anual:	94%
Tipo de suelo:	Franco

Fuente: (INEC, 2020).

- **Zona de vida**

La localidad de estudio según Holdridge (1979) se encuentra en el Bosque seco Montano Bajo (Bs-MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Variedades de ajo y tipos de fertilizantes químicos compuestos.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Variedades

A1= Ajo Nacional
A2= Ajo Chino

Factor B: Tipos de fertilizantes químicos compuestos

B1= 10-30-10
B2= 15-15-15
B3= 18-46-0
B4= Sin fertilizante (0-0-0)

3.2.3. Tratamientos

T1 = A1B1 (Ajo nacional +10-30-10)
T2 = A1B2 (Ajo nacional +15-15-15)
T3= A1B3 (Ajo nacional +18-46-0)
T4 = A1B4 (Ajo nacional + 0-0-0)
T5= A2B1 (Ajo chino +10-30-10)
T6= A2B2 (Ajo chino +15-15-15)
T7= A2B3 (Ajo chino +18-46-0)
T8= A2B4 (Ajo chino + 0-0-0)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial, 2x4x3.

3.2.5. Manejo del experimento

- **Análisis químico y físico del suelo**

Esta actividad se realizó con la utilización de una pala, balde y una funda de papel, tomando varias submuestras del suelo cubriendo toda el área del lote, lo cual fue recolectada 1 kg en una funda de papel. Finalmente fue enviada al laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Santa Catalina (INIAP).

- **Preparación del terreno**

Actividad que se realizó a los 15 días antes de la siembra, iniciando con la preparación del área destinada al ensayo. Para lo cual, se empleó maquinaria especializada para ejecutar el arado y la rastra del terreno, con el objetivo de remoción, aireación y descompactación del suelo. Este proceso permitió deshacer los terrones presentes en la superficie y la eliminación de las malezas, optimizando las condiciones para el establecimiento del cultivo.

- **Nivelación del suelo**

Para nivelar el suelo se utilizó los azadones y rastrillos, para que el suelo quede uniforme y completamente mullido.

- **Trazado de ensayo**

Esta labor se efectuó cuatro días antes de la siembra, se emplearon estacas, cinta métrica y piolas, ajustados a las dimensiones específicas establecidas para el ensayo. La superficie total del área del ensayo es de 193.5 m². Las parcelas fueron distribuidas de acuerdo con el croquis y diseño experimental, asegurando la asignación adecuada de repeticiones y tratamientos con las medidas establecidas de 2 m de largo y 2 m de ancho, donde el área total de las parcelas es de 4 m².

- **Realización de surcos**

Se realizó esta actividad con la ayuda de un azadón, posterior a eso fueron implementados los surcos de cada una de las unidades experimentales, con la medida establecida, a una distancia de 0.20 m entre surcos.

- **Preparación de semilla**

Actividad que se realizó 48 horas antes de la siembra, donde al bulbo “cabeza de ajo” se lo separó en bulbillos o “dientes”. Posteriormente se desinfectó con Vitavax 300 (Carboxin + Captan) en dosis de 400 cc en 100 kg de semilla y un insecticida Engeo en dosis de 200 ml/ha.

- **Siembra**

Se realizó la siembra de los dientes “cabeza de ajo”, en hoyos a la profundidad de 3 a 5 cm y a una distancia preestablecida en el proyecto de investigación (0,10 m entre plantas y 0,20 m entre hileras), cuidando que las semillas cumplan con los estándares de siembra.

- **Aplicación de fertilizantes compuestos**

La aplicación de los fertilizantes 10-30-10, 15-15-15 y 18-46-0, se realizó manualmente al momento de la siembra en cada unidad experimental, aplicando 60 g por parcela, asegurándose que el fertilizante no entre en contacto con la semilla.

- **Aplicación de fertilizantes foliares**

Las aplicaciones se realizaron a los (45-60) días después de la siembra, con la ayuda de una bomba de mochila, se aplicó Exalma con una dosis de 2.5 ml/l y Sucab Magfos con una dosis de 1.5 l/ha.

- **Deshierba**

Esta actividad se llevó a cabo de forma manual, eliminando todo tipo de malezas presentes en el cultivo, efectuando deshierbas a los 30, 45, 60, 90 días de la siembra, utilizando azadillas, con la finalidad de prevenir la competencia por nutrientes, y minimizar el riesgo de infestación por plagas y enfermedades que podrían afectar negativamente al cultivo.

- **Riego**

El riego se realizó mediante el sistema riego por gravedad, aplicándolo una vez por semana durante el ciclo de crecimiento del ajo, hasta la etapa de bulbificación, con una lámina de agua aproximada de 9.25 mm, distribuyéndola en los respectivos surcos de cada unidad experimental.

- **Control de plagas**

A partir de los 60 días, se aplicó para Trips (Dimetoato-Metamidofos) en dosis de

1 l/ha, repetir a los 15 días, para gusano alambre (Sevin 80 WP) en dosis de 1.5 kg/ha, nematodos Fenamidofos en una dosis de 150 ml /100 l.

- **Control de enfermedades**

Para Mancha purpura mancozeb+cobre (Oxicob Mix) con una dosis de 4 kg/ha, para la roya Tebuconazole (Folicur 250EW) en dosis de 2.0 l/ha se aplicó a los 60 días después de la siembra. También para *Sclerotium cepivorum* se utilizó Nitrato de Calcio y Carbendazin en dosis de 100g/100l.

- **Cosecha**

Esta actividad se realizó manualmente con la ayuda de un azadón, considerando el momento en que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica. La cosecha se llevó a cabo cuando la planta comenzó a secarse.

3.2.6. Métodos de evaluación

- **Días a la emergencia (DE)**

Dato que fue tomado por observación directa desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% tuvo dos o más hojas verdaderas.

- **Altura de la planta (AP)**

Esta variable fue registrada a los 60 días después de siembra, en 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental, con la ayuda de un flexómetro desde cuello de la raíz hasta la parte superior del pseudotallo, los datos se expresaron en centímetros (cm).

- **Número de hojas (NH)**

Esta variable fue registrada a los 60 días después de la siembra, mediante conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

- **Longitud de la hoja (LH)**

Dato que fue evaluado a los 65 días después de las siembras, con la ayuda de un

flexómetro en 10 plantas seleccionadas al azar, se tomó la medida desde donde las hojas se forman la vaina de forma cilíndrica hasta el ápice, los datos se expresaron en centímetros (cm).

- **Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)**

Variable que fue evaluado a los 90 días, desde el momento de la siembra, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de plagas} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{Número de plantas totales}} x100$$

- **Peso de bulbo (PB)**

Una vez cosechada se tomaron 50 bulbos seleccionadas al azar en cada de las unidades experimentales, utilizando una balanza los datos se expresaron en gramos (g).

- **Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB)**

Variable registrada después de la cosecha en las 10 plantas seleccionadas al azar que conformaron las unidades experimentales, dato que se evaluó con la ayuda de calibrador de Vernier colocando en la parte media del bulbo y se expresó en centímetros (cm).

- **Diámetro polar del bulbo (DPB)**

Dato que fue evaluado después de la cosecha en las 10 plantas seleccionas al azar de cada una de las unidades experimentales, se registró con la ayuda de calibrador de Vernier desde la placa basal hasta la parte superior del bulbo, los datos obtenidos se expresaron en centímetros (cm).

- **Peso de campo por parcela (PCP)**

Variable que fue registrado después de la cosecha, con la ayuda de una balanza, se registró de cada una de las unidades experimentales y los datos obtenidos se expresó en kg/ha.

- **Rendimiento por hectárea (RH)**

Después de la cosecha dato que fue evaluado, con una aplicación de una ecuación matemática, y en base al peso de cada parcela, mediante:

$$R = PCP * \frac{10000}{ANC} \quad \text{dónde;}$$

R= Rendimiento

PCP= Peso de campo por parcela.

ANC= Área neta condensada.

3.2.7 Análisis de datos

- Análisis de varianza ADEVA según el siguiente detalle.
- Prueba de Tukey al 5%.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico. Relación Beneficio/Costo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de los resultados

Tabla 1

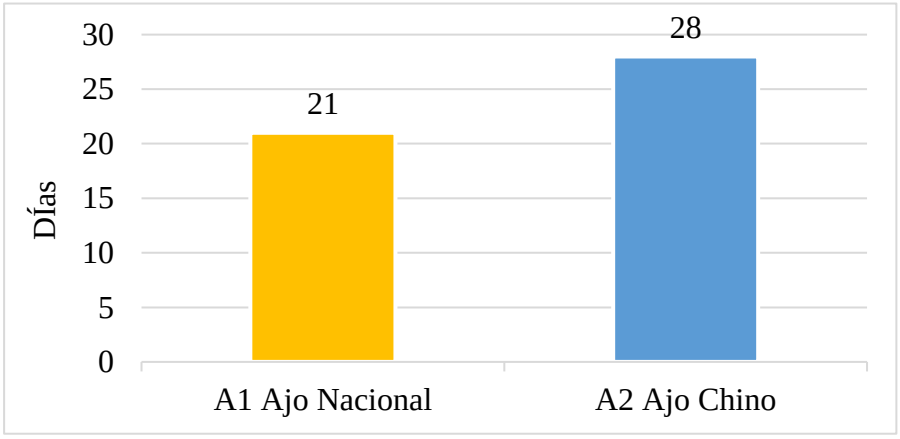
Resultados estadísticos del factor A (Variedades de ajo), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH), Incidencia de plagas (IP), Incidencia de enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Peso del bulbo (PB) Peso de Campo por Parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).

Variables FA	A1	R	A2	R	MG	CV%
DE **	21,00	A	28,00	B	24	15,71
AP*	15,67	A	17,51	B	16,59	9,93
NH*	3,00	B	2,00	A	2	21,62
LH NS	8,68	A	8,22	A	8,45	8,28
IP NS	2,08	A	2,07	A	2,07	9,81
IE NS	2,78	A	2,51	A	2,64	12,51
PB NS	740,86	A	791,80	A	766.33	44,96
DEB**	1,76	A	2,52	B	2.14	19,11
DPB*	2,02	B	1,62	A	1,82	23,05
PCP NS	3,18	A	2,88	A	3,03	17,72
RH NS	7973,48	A	7168,56	A	7571.02	17,81

Nota. NS= No significativa; * Significativo al 5%; MG =Media general; CV= Coeficiente de variación; R= Rango; Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

Figura 1

Promedios de la variable Días a la emergencia en variedades de ajo



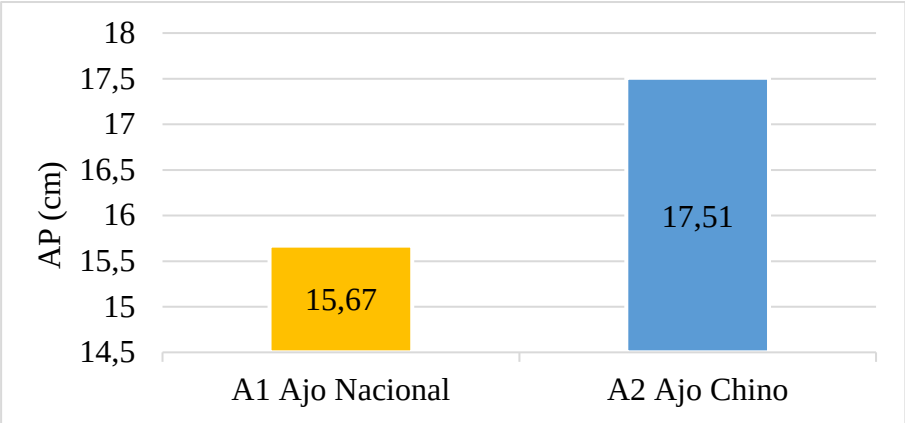
Los resultados obtenidos en la variable días a la emergencia del Factor A (variedades de ajo) evidencian que el ajo nacional presentó un promedio de 21 días hasta la emergencia, destacándose como la variedad con el desarrollo más rápido en alcanzar la superficie, mientras que el ajo chino registró un promedio de 28 días indicando un ciclo de emergencia más prolongada, con una media general de 24 días y un coeficiente de variación de 15.71%. El ajo nacional se determinó que un 25% es más rápido respeto a días a la emergencia.

El ajo chino muestra una mejor adaptación a temperaturas templadas, específicamente entre 16 y 20 °C. A estas temperaturas, se observa un mayor número de días para la emergencia, lo que indica una respuesta fisiológica más lenta en comparación con el ajo nacional. Por otro lado, el ajo nacional presenta un menor número de días a la emergencia, ya que está mejor adaptado a climas fríos, con temperaturas entre 14 y 16 °C. Este comportamiento se debe a que, bajo condiciones climáticas frías, se activan más rápidamente los mecanismos fisiológicos del ajo nacional. Cuando el bulbo entra en contacto con un suelo húmedo, comienza el proceso de absorción de agua, lo que provoca su imbibición para que la semilla salga de letargo. Este cambio activa los procesos metabólicos necesarios para la brotación. Por lo tanto, en zonas donde la temperatura promedio es de aproximadamente 13 °C, las condiciones son óptimas para el ajo nacional, ya que favorecen una rápida brotación debido a su adaptación.

En esta fase, gracias a un equilibrio en las hormonas que promueven su crecimiento, las sustancias que estimulan el desarrollo ayudan a que crezcan las raíces pequeñas y también emergen las hojas de brotación. Además, estos factores como la temperatura y la cantidad de agua son muy importantes en este proceso. La temperatura, en particular, influye tanto en la dormición como en la brotación del bulbo, ayudando a que todo suceda en el momento adecuado (Donoso, 2024).

Figura 2

Promedios de la variable Altura de planta en las variedades de Ajo



De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable altura de planta bajo el factor A (variedades de ajo), se observó una diferencia significativa en las respuestas. La variedad ajo chino presentó el mayor promedio de altura con 17.51 cm, mientras que la variedad ajo nacional mostró un promedio menor con 15.67 cm. Esto implica una diferencia del 11.73% en la altura entre ambas variedades. La media general registrado fue de 16.59 cm, con un coeficiente de variación de 9.93% lo que refleja una variabilidad en los datos obtenidos.

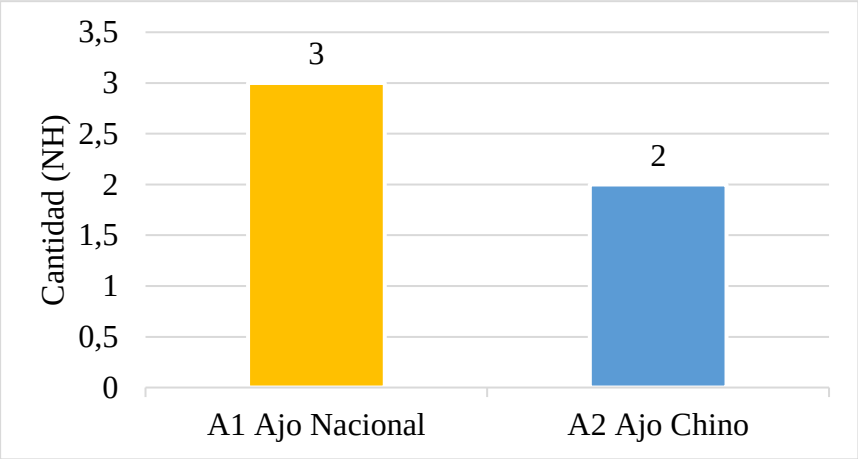
En caso del ajo chino supera en términos de crecimiento al ajo nacional, es gracias a su variedad genética, donde presenta una mayor concentración de giberelinas y auxinas que estimulan el alargamiento de las células vegetales, lo que lleva a un crecimiento vertical sostenido, especialmente importante en el crecimiento del pseudotallo, lo que hace que las plantas como el ajo chino crezcan más alto, esta característica genética promueve una diferencia en la altura de planta en comparación con el ajo nacional donde la elongación del pseudotallo es muy corto.

Diferentes condiciones agroecológicas, se refiere a la capacidad de estas variedades, que son cultivadas en áreas específicas, de adaptarse a los cambios en el ambiente, como el clima, el tipo de suelo para un mejor crecimiento y desarrollo de la altura de planta. Además, desde un punto de vista fisiológico, las giberelinas son conocidas por su papel en la elongación celular, mientras que las auxinas

participan en procesos similares, promoviendo tanto la expansión celular (ASAHO, 2020).

Figura 3

Promedios de la variable Número de hojas para las variedades de ajo



Según los resultados obtenidos en la variable número de hojas bajo el factor A se evidenció una diferencia significativa entre las variedades evaluadas. El ajo nacional alcanzó el mayor promedio con 3 hojas, mientras que el ajo chino presentó un promedio de 2 hojas. La diferencia en el número de hojas entre las dos variedades fue del 50%, lo que sugiere que el ajo nacional tiene un mayor desarrollo foliar bajo las condiciones evaluadas. El coeficiente de variación registrado fue de 21.62% lo que refleja una variabilidad y una estabilidad en las mediciones para ambas variedades.

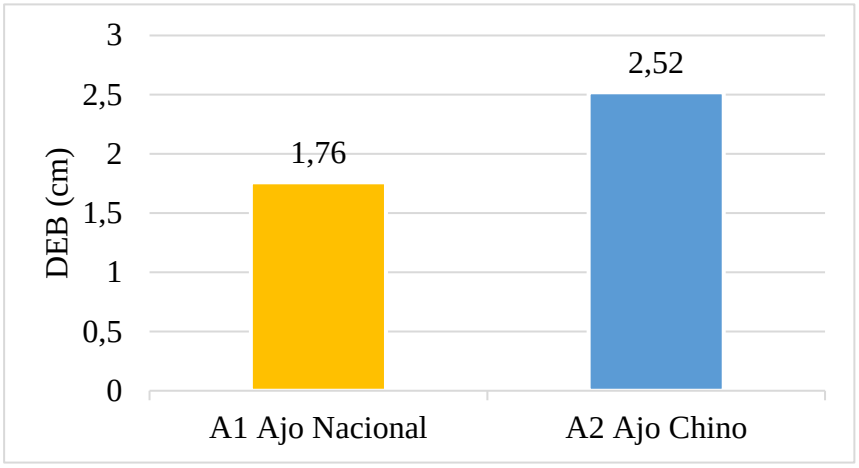
La diferencia significativa en el número de hojas entre las dos variedades de ajo sugiere una ventaja adaptativa de la variedad nacional frente al ajo chino. Un mayor desarrollo foliar implica una arquitectura vegetal más eficiente para la captación de radiación solar. Este comportamiento se atribuye a una mejor adaptación al entorno local, lo que le permite aprovechar de manera más eficiente las condiciones climáticas, especialmente la radiación solar y temperatura. La mayor cantidad de hojas sugiere una mayor capacidad fotosintética, ya que incrementa la superficie foliar disponible para captar luz solar.

Los diversos estudios indican que las variedades en la asimilación de nutrientes y

agua, lo cual se refleja en una mayor producción de hojas. Esta mayor cantidad de hojas también puede estar vinculada a una respuesta positiva al clima y manejo agronómico, lo que favorece la calidad de cosecha (Ramírez, 2020).

Figura 4

Promedios de la variable Diámetro ecuatorial del bulbo de las variedades de ajo.



Los resultados obtenidos en la variable diámetro ecuatorial de bulbo dentro del factor A (Variedades de ajo), señalan que se encontró una diferencia significativa entre las variedades analizadas. El ajo chino presenta el mayor promedio con 2.52 cm, mientras que el ajo nacional 1.76 cm. Esto representa una diferencia del 43.18% en el diámetro ecuatorial del bulbo entre ambas variedades. La media general fue de 2.14 cm con un coeficiente de variación de 19.11% reflejando en todos los casos una moderada variabilidad en los datos y probablemente consistencia en la respuesta variables.

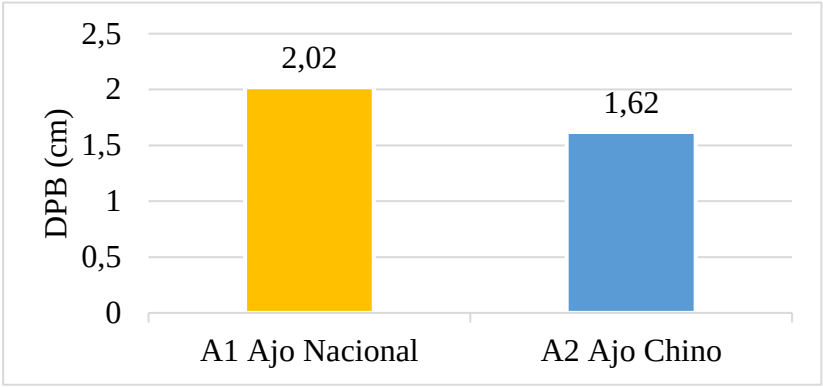
El ajo chino presenta un mayor diámetro ecuatorial del bulbo como resultado de su genética, la cual favorece la formación de menos dientes, pero de mayor tamaño y mejor distribución. Esta característica contribuye a la forma más ancha del bulbo. Además, las variedades chinas han sido objeto de procesos de mejoramiento y selección durante años, lo que les ha permitido concentrar eficientemente la energía en la producción de bulbos grandes, uniformes y de mayor grosor.

Tanto las condiciones ambientales como los factores genéticos son cruciales para el rendimiento del cultivo, influyendo directamente del desarrollo vegetativo y en

la eficiencia con la que la planta transforma la energía captada en su desarrollo (Méndez, 2021).

Figura 5

Promedios de la variable Diámetro polar del bulbo para las variedades de ajo.



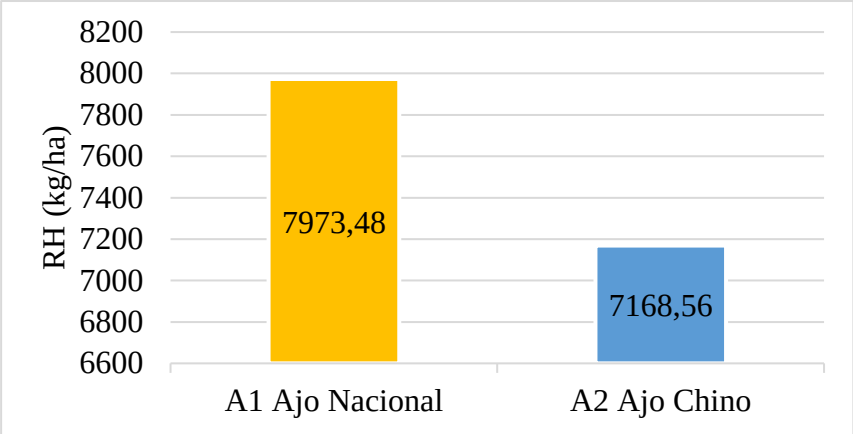
Conforme a los resultados obtenidos, se puede observar que la variable diámetro polar de bulbo, tuvo una diferencia significativa, la variedad ajo nacional obtuvo un promedio de 2.02 cm, mientras que la variedad ajo chino obtuvo un menor promedio con 1.62 cm. El diámetro del bulbo del ajo nacional es aproximadamente un 24.69% mayor que el diámetro del bulbo del ajo chino, con un coeficiente de variación de 23.05%.

Entre las dos variedades mencionadas se contrarresta básicamente en; a menor diámetro ecuatorial mayor diámetro polar, esto debido a su morfología adaptada a un desarrollo más eficiente. Las variedades locales tienden a mostrar una forma más alargada o estirada, resultado de su adaptación al entorno agroecológico y al manejo tradicional. Esta característica está asociada a prácticas locales de cultivo y a la calidad del producto, lo que influye directamente en su productividad y en su valor comercial.

Su ciclo vegetativo extendido le permite un crecimiento sostenido durante un periodo más largo, lo que favorece un suministro continuo de nutrientes y una elongación constante del bulbo en el sentido polar. Este proceso es clave para el aumento en el tamaño del bulbo, ya que mientras más tiempo tiene para desarrollarse, más nutrientes puede acumular, favoreciendo una mayor expansión y un crecimiento más óptimo del ajo (Zapata, 2022)

Figura 6

Promedios de la variable Rendimiento por hectárea de las variedades de ajo.



De acuerdo con la variable rendimiento por hectárea en el factor A (Variedades de ajo), la respuesta fue no significativa, la variedad de ajo nacional obtuvo un mayor rendimiento de producción que alcanza los 7 973.48 kg/ha, mientras que la variedad de ajo chino obtuvo un rendimiento de 7168.56 kg/ha. El rendimiento de la variedad ajo nacional es aproximadamente un 11.23% mayor que el rendimiento de la variedad ajo chino, con una media general de 7 571.02 kg/ha, y un coeficiente de variación de 17.81%.

En términos generales, la variedad de ajo nacional supera al ajo chino, principalmente debido a su mayor adaptación al entorno local. Esta se encuentra mejor adaptada a las condiciones climáticas del lugar, lo que favorece su rendimiento agronómico. Además de la temperatura, otros factores ambientales como la altitud y la humedad relativa también influyen favorablemente en el desempeño del ajo nacional. Una característica destacable de esta variedad es su mayor cantidad de follaje (hojas), lo cual implica una mayor superficie fotosintética. Esto se traduce en una mayor captación de luz solar y, por ende, en una producción más eficiente de energía (azúcares) necesaria para el desarrollo del bulbo.

No obstante, la ausencia de una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento entre ambas variedades (nacional y chino) puede deberse a que ambas respondieron de manera similar a las condiciones del entorno y al manejo

agronómico aplicado. La variabilidad moderada observada en los datos sugiere que sí existieron diferencias en los resultados, aunque estas no fueron lo suficientemente amplias desde un punto de vista estadístico. Sin embargo, desde una perspectiva agronómica y adaptativa, el ajo nacional muestra características favorables que lo posicionan como una opción más viable y sostenible para el cultivo en esta región.

Variables agronómicas para el factor B (Tipos de fertilizantes químicos)

Tabla 2

Resultados estadísticos del factor B (Tipos de fertilizantes químicos compuestos), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH) Incidencia de plagas (IP), enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Rendimiento por parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).

Variables FB	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG	CV%
DE NS	25,00	A	25,00	A	25,00	A	25,00	A	25	23,09
AP NS	16,33	A	16,82	A	16,87	A	16,33	A	16.58	12,51
NH NS	2,00	A	3,00	A	2,00	A	2,00	A	2.00	23,19
LH NS	8,45	A	8,07	A	8,47	A	8,82	A	8.45	8,55
IP NS	1,92	A	2,17	A	2,13	A	2,07	A	2.07	8,85
IPE NS	2,57	A	2,75	A	2,67	A	2,58	A	2.64	14,06
PB NS	491,42	A	935,87	A	874,50	A	763,53	A	766.33	40,02
DEB NS	2,08	A	2,17	A	2,16	A	2,15	A	2.14	28,82
DPB NS	1,82	A	1,90	A	1,90	A	1,66	A	1.82	26,69
PCP NS	2,77	A	3,47	A	3,05	A	2,83	A	9.51	16,58
RH NS	6912,88	A	8674,25	A	7613,62	A	7083,33	A	7571.02	16,74

Nota. Ns= No significativa; * Significativo al 5%; MG =Media general; CV= Coeficiente de variación; R= Rango; Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

Factor B (Tipos de fertilizantes químicos compuestos)

Conforme a los resultados obtenidos en campo para el Factor B (tipos de fertilizantes químicos compuestos), el análisis de varianza reveló que las variables días a la emergencia (DE), altura de planta (AP), número de hojas (NH), longitud de hojas (LH), incidencia de plagas y enfermedades (IP,IE), peso del bulbo (PB), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), diámetro polar del bulbo (DPB), peso de campo por parcela (PCP) y rendimiento por hectárea (RH) no presentaron

diferencias estadísticamente significativas en respuesta a los tratamientos de fertilización evaluados. .

De acuerdo con la variable rendimiento por hectárea en el factor B (Fertilizantes químicos compuestos), la respuesta fue no significativa, la variedad de ajo nacional obtuvo un mayor rendimiento de producción que alcanza los 8 674.25 kg/ha. El rendimiento de la variedad ajo nacional es aproximadamente un 25.24% mayor que el rendimiento de la variedad ajo chino, con una media general de 7 571.02 kg/ha, y un coeficiente de variación de 16.74%.

Estos resultados demostraron que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en las variables evaluadas indica que el cultivo de ajo mostró una respuesta homogénea frente a los distintos tratamientos de fertilización química. esto puede atribuirse a una eficiente capacidad fisiológica de absorción por parte de las plantas, así como a la disponibilidad uniforme de nutrientes en el suelo. Además, la interacción entre factores genéticos y condiciones agroclimáticas permitiendo las diferencias entre los tratamientos, favoreciendo un desarrollo equilibrado.

Estos hallazgos destacan la resiliencia del cultivo y sugieren que, bajo las condiciones del estudio, el tipo de fertilizante no representó un factor determinante en su rendimiento, permitiendo así enfocar la fertilización en criterios de eficiencia y sostenibilidad, sin comprometer la productividad ni la calidad del ajo.

Variables agronómicas para el tratamiento (AxB)

Tabla 3

Resultados estadísticos la interacción entre factores A x B (Variedades de ajo por Tipos de fertilizantes químicos compuestos), en las variables: Días a la emergencia (DE), Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Longitud de la hoja (LH), Incidencia de plagas (IP), enfermedades (IE), Diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), Diámetro polar del bulbo (DB), Rendimiento por parcela (PCP), Rendimiento por hectárea (RH).

Variables	T1A1B1	R	T2A1B2	R	T3A1B3	R	T4A1B4	R	T5A2B1	R	T6A2B2	R	T7A2B3	R	T8A2B4	R	MG	CV%
DE**	20.00	B	20.00	B	20.00	B	26.00	AB	30.00	A	28.00	AB	30.00	A	30.00	A	25	11.13
AP NS	14,73	A	16,37	A	14.50	A	17,17	A	17,93	A	16,77	A	17.37	A	18.17	A	16,58	9.62
NH NS	3,43	A	3,53	A	3,50	A	3,30	A	2,30	A	2,80	A	2,73	A	2,23	A	2,97	19,25
LH NS	8,96	A	8,46	A	9,40	A	7,66	A	7,93	A	8,70	A	8,23	A	8,23	A	8,45	7,83
IP NS	1,86	A	2,13	A	2,06	A	2,20	A	1,96	A	2,16	A	2,10	A	2,06	A	2,07	7,89
IE *	2,46	A	2,33	AB	2,60	AB	3,16	B	2,66	AB	2,86	B	2,46	A	2,56	AB	2,64	9,98
PB NS	529,20	A	964,57	A	695,20	A	907,17	A	453.63	A	831,57	A	917,43	A	831,57	A	766,33	44,27
DEB **	1,57	B	2,07	B	1,58	B	1,67	AB	2,58	A	2,71	AB	2,72	A	2,27	A	2,14	14,23
DPB **	2,27	A	2,24	A	1,86	AB	2,13	AB	1,37	B	1,62	AB	1,51	AB	1,45	AB	1,81	16,43
PCP *	2,93	AB	3,76	AB	3,23	AB	3,16	A	2,60	B	3,40	A	2,70	AB	2,43	B	3.02	12,85
RH *	7386,4	AB	9393,9	AB	8068,2	AB	7954,6	A	6439,4	B	8484,8	A	6742,4	AB	6098,5	B	7571,0	13.13

Nota. NS= No significativa; ** altamente significativo; * Significativo al 5%; MG =Media general; CV= Coeficiente de variación; R= Rango; Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

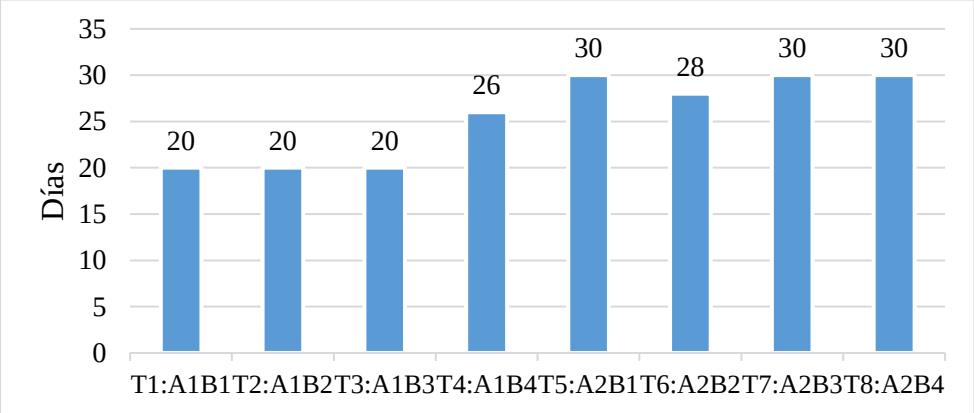
Interacción de A x B (Variedades de ajo x Tipos de fertilizantes)

Según los resultados de campo y el análisis de varianza para la interacción entre el factor A x B, se comprobó la existencia de diferencias altamente significativas en la variable DE, DEB, DPB, lo que indica que la respuesta de estas características agronómicas estuvo influenciada por la combinación de ambos factores. Las variables IE, RCP, y RH presentaron diferencias estadísticamente significativas, mientras que las variables AP, NH, LH, IP, PB fueron no significativa, lo que indica que su comportamiento se mantiene estable independientemente de la combinación de factores avaluados.

En conjunto estos resultados aportan información clave para la toma de decisiones en el manejo del cultivo de ajo, y evidencian que las variables pueden ser moduladas a través de la interacción entre el material genético y la fertilización, permitiendo optimizar estrategias de producción en función de los objetivos agronómicos específicos.

Figura 7

Promedios de la variable Días a la emergencia de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



De acuerdo a los datos obtenidos en relación con la interacción de los factores A x B, el cual se puede observar que la variedad (ajo nacional + 10-30-10, ajo nacional + 15-15-15, ajo nacional + 18-46-0), genera una mejor respuesta en la variable días a la emergencia con 20 días, seguido de (ajo chino + 15-15-15) con un promedio de 28 días, y por último siendo los tratamientos (ajo chino + 10-30-10, ajo chino + 18-

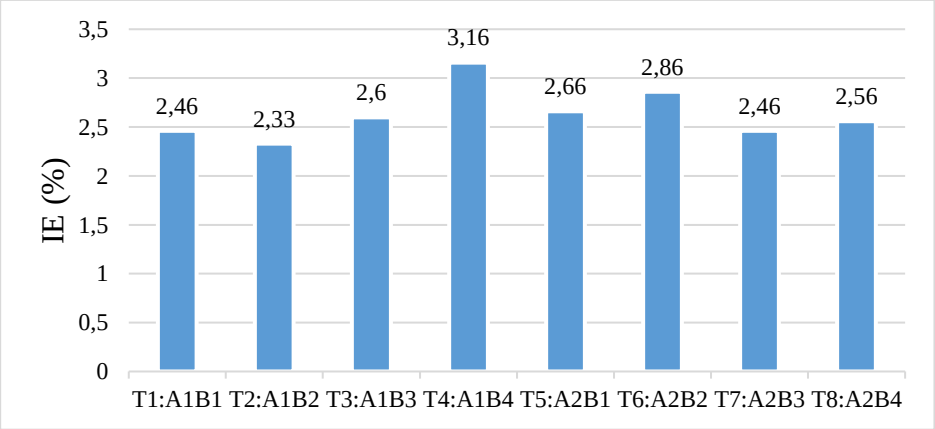
46-0, ajo chino + sin fertilizante) más tardíos en emerger, con una media general de 25 días y un coeficiente de variación de 11.13%. Existiendo diferencias significativas.

La significancia mediante el uso de los fertilizantes químicos compuestos, donde el conjunto de los macronutrientes como; fósforo, nitrógeno y potasio radica sobre el proceso de activación de la semilla. El que actúa principalmente en este proceso es el fósforo, desempeña un papel clave al acelerar el desarrollo del sistema radicular, facilitando una mayor absorción de agua y nutrientes. Por ende, la variedad nacional muestra una mejor adaptación al sistema de cultivo evaluado, reflejada en una emergencia más precoz al ser combinada con la fertilización adecuada. Esta respuesta diferencial sugiere que las necesidades nutricionales varían según la variedad.

El fósforo es fundamental en la diferenciación celular y en el crecimiento radicular inicial, lo cual impacta directamente en la velocidad de emergencia. Las variedades criollas poseen una dormancia más corta y sincronización fenológica adaptada a los microclimas altoandinos, permitiendo un establecimiento más precoz del cultivo (Filippini, 2023).

Figura 8

Promedios de la variable Incidencia de enfermedades de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



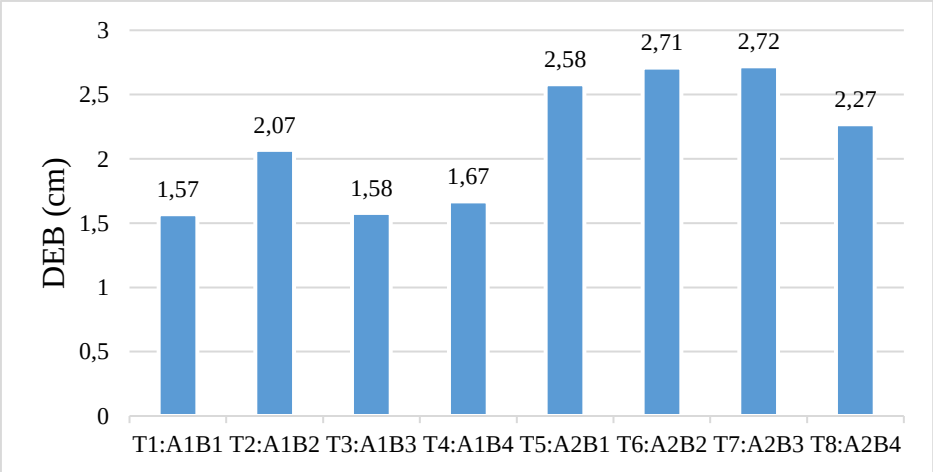
Los resultados indica las interacciones entre el factor A x B, en donde los resultados demuestran diferencias significativas (*), siendo la variedad (ajo nacional + 15-15-

15) el que obtuvo menor incidencia de enfermedades con 2.33%, seguido de la variedad (ajo nacional + 10-30-10) con 2.46%, (ajo chino + 18-46-0) 2.46%, por lo tanto la mayor incidencia de enfermedades fue en el tratamiento 4 que corresponde a la variedad (ajo nacional + sin fertilizante) con un porcentaje de 3.16%, con una media general de 2.64 y un coeficiente de variación de 9.98%.

En base al resultado obtenido, se puede deducir que la nutrición del cultivo de ajo, en general podía estar actuando como un factor positivo para proteger a la planta de enfermedades, ya que al interactuar con una variedad de una buena adaptación como sucede con ajo nacional; permite que los niveles de afectación sean numéricamente menores que no al emplear fertilización química, aspecto que estaría ligado a un fortalecimiento de sus tejidos que le otorgan una mejor tolerancia frente a los factores climáticos como a los patógenos.

Figura 9

Promedios de la variable Diámetro ecuatorial del bulbo de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



Los datos obtenidos en relación con la interacción de los factores AxB muestran que la combinación de ajo chino con el fertilizante 18-46-0 dio como resultado el mejor diámetro ecuatorial del bulbo, seguida por la combinación de ajo chino + 15-15-15 (tratamientos T6). Por otro lado, las combinaciones de ajo nacional con los fertilizantes 10-30-10 y 18-46-0 (tratamientos T1 y T3) presentaron los valores más bajos de diámetro ecuatorial del bulbo. La diferencia entre estos tratamientos fue

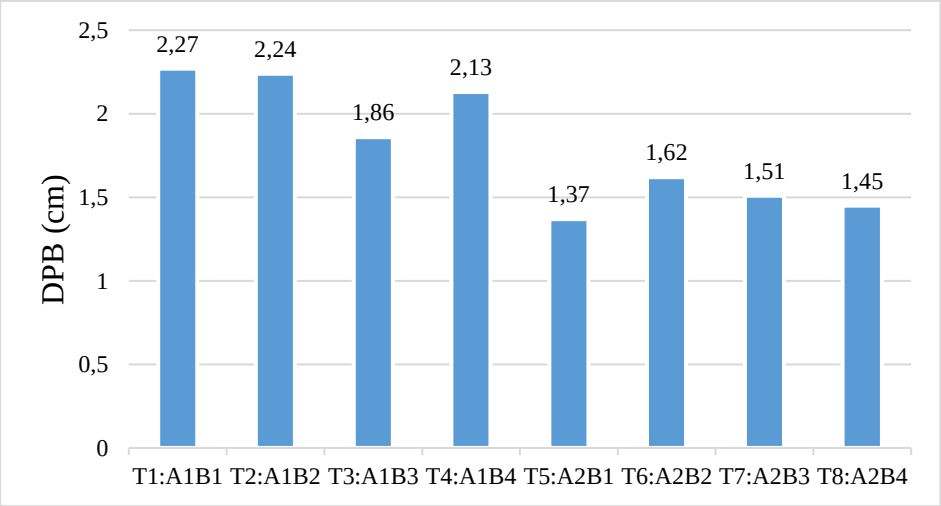
altamente significativa (**), con un coeficiente de variación del 14.23%, lo que sugiere una consistencia notable en los resultados.

El diámetro ecuatorial del bulbo, de la variedad ajo chino, gracias a su genética, donde forma la uniformidad de los bulbos. La alta significancia se debe al efecto de los fertilizantes mostrando una diferencia estadísticamente relevante. La respuesta del ajo chino a los fertilizantes fue notablemente diferente lo que hace que la variabilidad observada no sea producto del azar, sino un efecto real de la aplicación del fertilizante en el desarrollo de la planta especialmente en la formación del bulbo.

El suministro adecuado de los macronutrientes influye en el desarrollo del bulbo, promoviendo sus características estructurales de una base genética que se modula según el ambiente y el manejo agronómico (Bravo, 2023).

Figura 10

Promedios de la variable Diámetro polar del bulbo de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



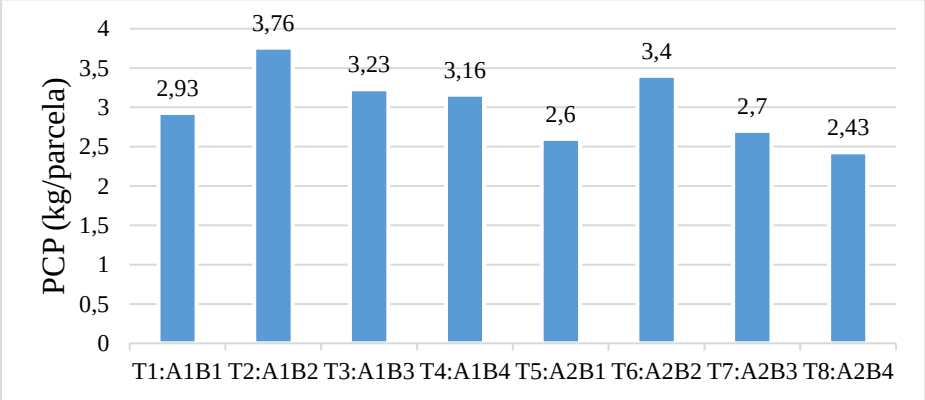
Los resultados indica la interacción entre el factor A x B, en donde se observa los resultados que demuestra variedades de (ajo nacional + 10-30-10 y ajo nacional + 15-15-15) presentaron un mayor promedio de diámetro polar (tratamientos T1 y T2), seguido de la variedad (ajo nacional+ sin fertilizante) con 2.13 cm, y la variedad (ajo nacional + 18-46-0) con 1.86 cm, y los tratamientos que presentaron un menor promedio fueron las variedades (ajo chino + 15-15-15) con 1.62 cm, (ajo chino + 18-46-0) con 1.51 cm y por último la variedad (ajo chino + 10-30-10) con

un promedio de 1.37 cm. Existiendo diferencias altamente significativo (**), con una media general de 1.81 cm y un coeficiente de variación de 16.43%.

Los fertilizantes químicos según el análisis estadístico, son fórmulas ricas en fósforo, nitrógeno, un nutriente clave durante las etapas de desarrollo temprano de las plantas, incluyendo el desarrollo del bulbo. A medida que el cultivo progresa, el potasio adquiere un papel fundamental, ya que facilita la movilización de azúcares y agua hacia los tejidos del bulbo, impulsando tanto el aumento de volumen como la elongación celular, incluida la elongación vertical. El ciclo vegetativo del ajo nacional es más lento pero constante, y con tendencia a formar bulbos alargados se manifiesta como un rasgo estructural característico.

Figura 11

Promedios de la variable peso de campo por parcela de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



Los resultados obtenidos en la variación del rendimiento por parcela, en función de la combinación de los factores A (variedades de ajo) y B (niveles de fertilización), muestran diferencias significativas (*) con un coeficiente de variación de 12.85%. El ajo nacional (A1) con el fertilizante 15-15-15 (B2) obtuvo el mayor rendimiento, alcanzando 3.76 kg, seguido por el ajo chino (A2) con 15-15-15 (B2) con 3.4 kg, indicando que el ajo nacional responde positivamente a los fertilizantes químicos.

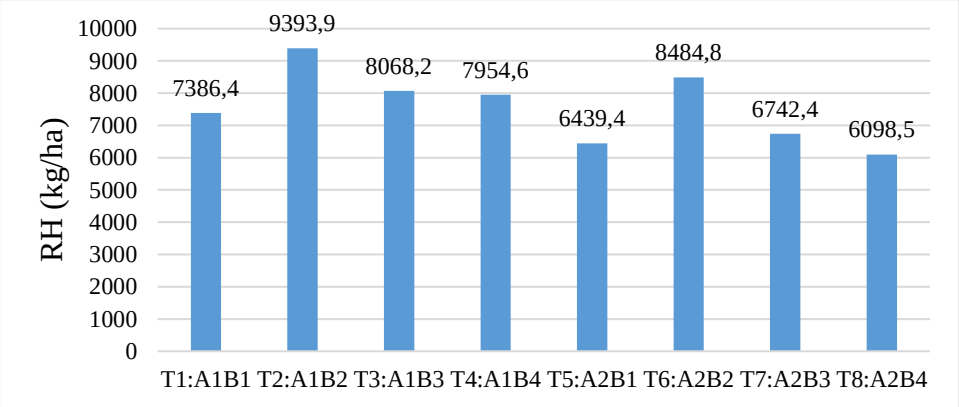
El mayor rendimiento por parcela logrado por el ajo nacional con fertilización balanceada (15-15-15) refleja una eficiente respuesta del cultivo a la disponibilidad de nutrientes esenciales. Esta fórmula proporciona nitrógeno para promover el desarrollo foliar, fósforo para potenciar el desarrollo radicular y potasio para

mejorar la translocación de carbohidratos hacia el bulbo. La combinación adecuada de nutrientes, junto con un genotipo con alto potencial productivo, permite maximizar la biomasa útil acumulada por unidad de superficie.

La fertilización integral N-P-K incrementa la eficiencia fisiológica del cultivo, mejorando la conversión de energía fotosintética en masa cosechable. Esto se refleja en un aumento del rendimiento por unidad experimental (Saluzzo, 2023).

Figura 12

Promedios de la variable Rendimiento por hectárea de acuerdo a la interacción entre el factor A x B



De acuerdo a los resultados obtenidos entre la interacción A x B. Se obtuvo una media general de 7 571.0 kg/ha, con un coeficiente de variación de un 13.13% con diferencias significativas (*). El tratamiento que mostró un mayor rendimiento con 9 393.9 kg/ha, fue la variedad ajo nacional más el fertilizante 15-15-15 (A1B2 – T2), con lo cual se manifiesta que la variedad mantuvo un buen desempeño con la aplicación del fertilizante. Por otra parte, la variedad que obtuvo menor rendimiento con 6 098.5 kg/ha, fue el ajo chino sin fertilizante (A2B4 – T8). En la variedad ajo nacional, el rendimiento para el tratamiento A1B1 – 10-30-10, fue de 7 386.4 kg/ha y para el A1B3, 8 068.2 kg/ha, lo que demuestra que a esta variedad se puede aplicar fertilizantes según las condiciones de cultivo.

En base al resultado obtenido, han demostrado que la aplicación del fertilizante 15-15-15 genera una respuesta positiva en el rendimiento del ajo nacional, especialmente en variedades locales bien adaptadas. Este incremento en la

producción por hectárea está estrechamente vinculado a varios factores clave, entre ellos la variedad genética, la distancia de siembra, y una fertilización equilibrada, tanto del suelo como mediante el uso de abonos químicos. En este contexto, los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) desempeñan un papel esencial en el crecimiento vegetativo, la formación del sistema radicular y el desarrollo del bulbo. Además, la interacción adecuada entre el genotipo (variedad) y el ambiente, junto con una gestión agronómica eficaz, permitió un aprovechamiento máximo de los recursos disponibles, lo que se tradujo en mayores rendimientos por hectárea para las variedades de ajo nacional evaluadas.

El rendimiento por hectárea está condicionado por la eficiencia fotosintética, la distribución de nutrientes y el potencial genético del cultivo. Fertilizaciones equilibradas, especialmente en suelos con pH óptimos como los de Guamote, estos factores permiten un aprovechamiento eficiente del área cultivada. Asimismo, un manejo hídrico adecuado "evitando tanto el exceso como la escasez de riego" resulta fundamental para evitar el estrés de la planta, esto favoreciendo un desarrollo óptimo y mejor calidad del producto (Bravo, 2023).

Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 4

Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (X), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente Y)

Componentes de rendimiento (Xs)	**Coeficiente de correlación (r)**	**Coeficiente de regresión (b)**	**Coeficiente de determinación (r^2)%**
DPB	0,38*	1135.59	14,77%
PB	0,45*	1,88	21,4%
PCP	0,99 **	2508.32	99,71%

Nota: (*)= significativo, (**)= Altamente significativo

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación la variable que registró una relación significativa (*) y positiva con el rendimiento fueron: diámetro polar de bulbo con 0,38*, peso de bulbo con 0,45*, y la variable que presentó una respuesta altamente significativa y positiva fue: Peso de campo por parcela con 0,99**.

Coeficiente de regresión (b)

Las variables de esta investigación que ayudaron al rendimiento de ajo fueron: Diámetro polar de bulbo (DPB) con 1 277.28, Peso de bulbo (PB) con 1.55, Peso de campo por parcela (PCP) con 2 508.32.

Coeficiente de determinación (r^2) %

En la presente investigación la mejor respuesta para la variable dependiente (Y) rendimiento, lo presentó la variable peso de campo por parcela (PCP) con un coeficiente de determinación de 99.71%.

4.2.1. Análisis económico de la relación beneficio/costo

T	Costo total	Rendimiento kg/ha	Ingreso bruto	Ingreso neto	Beneficio/costo
T1	4 535.40	7 386.4	13 429.81	8 894.42	1.96
T2	4 526.55	9 393.9	17 079.81	12 553.27	2.77
T3	4 540.05	8 068.2	14 669.45	10 129.40	2.23
T4	4 421.55	7 954.6	14 462.90	10 041.36	2.27
T5	4 528.20	6 439.4	7 317.50	2 789.30	0.62
T6	4 519.65	8 484.8	9 641.81	5 122.17	1.13
T7	4 530.15	6 742.4	7 661.81	3 131.67	0.69
T8	4 407.45	6 098.5	6 930.11	2 522.66	0.57

El tratamiento que genero mayor ingreso económico fue la variedad ajo nacional más el fertilizante correspondiente al tratamiento 2, con $ 4 526.55 con una relación de beneficio costo de $2.77. Este resultado refleja una mayor eficiente productiva y rentabilidad en comparación con los demás tratamientos evaluados. Así mismo la relación beneficio – costo de $2.77, esto indica que por cada $1.00 invertido en este tratamiento se obtuvo un retorno neto de $1.77 de ganancia, lo que evidencia su viabilidad económica. Este comportamiento puede atribuirse a una mejor adaptación de la variedad de ajo nacional a las condiciones de fertilización especifica optimizando el rendimiento del cultivo y maximizando los ingresos en concordancia con estudios previos sobre el impacto del manejo nutricional en la producción de ajo.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De las variables evaluadas en esta investigación la respuesta agronómica y productiva del cultivo de ajo no depende de las variedades y los tipos de fertilizantes químico, por lo tanto, permite aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna debido que los datos obtenidos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El análisis del factor A reveló que la variedad de ajo nacional obtuvo un mayor rendimiento promedio de 7 973.48 kg/ha en comparación con el ajo chino que alcanzó 7168.56 kg/ha. Aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa si se observó que el ajo nacional mostró una mejor adaptación a las condiciones de la localidad, particularmente en variables como diámetro polar del bulbo (DPB) y peso del bulbo (PB), lo que resalta su potencial para un mayor desarrollo estructural.
- Con respecto al factor B, los resultados mostraron que los diferentes tipos de fertilizantes evaluadas no generaron diferencias significativas en la mayoría de las variables agronómicas y productivas. Sin embargo, el fertilizante 15-15-15 mostró el mejor rendimiento con 8 674.25 kg/ha, indicando que el fertilizante equilibrada de los macronutrientes puede tener un impacto positivo en el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- La interacción entre la variedad de ajo y el tipo de fertilizante influyó significativamente en variables como días a la emergencia (DE), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB) y diámetro polar del bulbo (DEB). Se evidenció que la combinación más eficiente fue la variedad ajo nacional más el fertilizante 15-15-15 que alcanzó el mayor rendimiento con 9 393.9 kg/ha, mientras que la menor producción se obtuvo con ajo chino sin fertilizante con 6 098.5 kg/ha.
- El análisis de correlación reveló que la variable con mayor influencia sobre el rendimiento fue el peso de campo (PCP), que mostró una correlación positiva altamente significativa (r = 0,99**) y un coeficiente de determinación del 99.71%.
- El análisis económico reveló que el tratamiento más rentable fue la combinación de ajo nacional con el fertilizante 15-15-15, el tratamiento que genero mayor ingreso económico fue la variedad ajo nacional más el

fertilizante correspondiente al tratamiento 2, con $ 4 526.55 con una relación de beneficio costo de $2.77. Este resultado refleja una mayor eficiente productiva y rentabilidad en comparación con los demás tratamientos evaluados. Así mismo la relación beneficio – costo de $2.77 indica que por cada $1.00 invertido en este tratamiento se obtuvo un retorno neto de $1.77 de ganancia, lo que evidencia su viabilidad económica.

5.2. RECOMENDACIONES

- Desde un punto de vista productivo, se recomienda introducir las dos variedades de ajo como parte de la diversificación de los sistemas de producción. Esto implementa como opción favorable para los productores, ya que ambas variedades tienen características particulares que pueden ser beneficiosas en la producción agrícola y económico.

- Se recomienda, el fertilizante 15-15-15 en el ajo nacional, al igual en otra variedad como es ajo chino, para asegurar un crecimiento equilibrado y saludable, favoreciendo el desarrollo adecuado de las raíces, las hojas y los bulbos. La combinación de nitrógeno, fósforo y potasio en proporciones iguales es ideal para apoyar las necesidades nutricionales del ajo durante su ciclo de crecimiento, garantizando una cosecha de calidad con bulbos bien desarrollados.

- Es recomendable seguir realizando investigaciones referentes a este tema en otras zonas agroecológicas para poder determinar si el tipo de fertilizante actúa similar.

BIBLIOGRAFÍA

AGROACTIVO.(2021). DAP Ggranular 18-46-0. Recuperado de Agroactivocol.com:https://agroactivocol.com/wpcontent/uploads/2021/01/FT-DAP-GRANULADO.pdf

Agüero, E. G. (2021). Técnicas para la producción orgánica de la semilla criolla de ajo.RecuperadodeAgroecologa.org:http://agroecologa.org/%EF%BB%BFtecnicas-para-la-produccion-organica-de-la-semilla-criolla-de-ajo/

ASAHO. (2020). Horticultura Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Horticultura, 99.

Belchim, C. (2023). Plagas y enfermedades más comunes del ajo: Identificación y Estrategias de Control. Recuperado de Certisbelchim.es: https://certisbelchim.es/plagasyenfermedadesmascomunesdelajoidentificacion-y-estrategias-de-control/

Bravo, D. (2023). Nutrición mineral y morfología del bulbo en ajo (*Allium sativum* L.). Revista de Horticultura Andina, 10(1), 39-46.

Busquets, T. (2021). Guía del Cultivo del Ajo. Recuperado de Cultivers.eS: https://cultivers.es/guia-del-cultivo-del-ajo/

Castillo, A. (2020). Guía ténica del cultivo de ajo. San Martín: Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "San Martín".

Cevallos, D. (2023). Uso de sustratos en la adaptabilidad de variedades de ajo (*Allium sativum* L.). Universidad de Guayaquil.

DIGERA. (2024). Guía de cultivo de ajo. Recuperado de Digera.gob.do: https://digera.gob.do/wp-content/uploads/2024/03/Guia-de-CultivoAjo.pdf

DIPROAGRO. (2020). Fertilizante granulado. Recuperado de Diproagro.com: https://diproagro.com/wpcontent/uploads/2021/06/FICHATECNICATRIPLE-15.pdf

Donoso, P. (2024). Respuesta de poblaciones locales de ajo (*Allium sativum* L.) de la Provincia de San Juan al efecto combinado de la densidad de plantación y la lámina de reposición de agua aplicada. San Juan: Universidad Nacional de Cuyo.

FAO. (11 de 02 de 2020). Codexalimentarius. Recuperado de Codexalimentarius: https://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B337-2020%252FCXS_337s.pdf

Filippini, M. (2023). Aplicación de abonos orgánicos y químicos en un cultivo de ajo blanco (*Allium sativum* L.) regado con efluentes tratados. Departamento de Ingeniería Agrícola, Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

Gaona, U. A. (2021). Concentración mínima Inhibitoria del extracto acuoso de *Allium sativum* en cepas. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional.

Huamán, L. (2021). Introducción y evaluación de parametros de rendimiento de 4 varieades del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), en condiciones de la provincia de Acobamba. Universidad Nacional de Huancavelica.

INEC. (2020). Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador. Recuperado de Datos estadísticos de la Provincia de Chimborazo Cantón Guamote, Parroquia Palmira: www.ecuadorencifras.gob.ec

INFOAGRO. (2020). Cultivo de ajo. Recuperado de Infoagro.com: https://mexico.infoagro.com/fertilizacion-en-el-cultivo-de-ajo/

LOMAR. (2025). Manejo de plagas. Recuperado de https://www.grupolomar.es: https://www.grupolomar.es/tipos-deajosconocelasvariedadesmasutilizadas/

Martinez , C. (2020). Fertilizantes para fertirriego: concepto y propiedades. Instituto Tegnologico Superior de Comalcalco.

Méndez, A. T. (2021). Adaptación y rendimiento de variedades de ajo en condiciones agroecológicas tropicales. Revista de Investigación Agrícola,, 34(2), 115-122.

Meza, R. M. (2023). Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Mingozzi, M. (2022). El deshierbe con llama, un aliado para el sector hortofrutícola. Recuperadode Freshplaza.es: https://www.freshplaza.es/article/9474542/el-deshierbe-con-llama-un-aliado-para-el-sector-hortofruticola/

ODEPA. (2020). Ficha Técnica Económica Ajo (*Allium sativum* L.), mecanizado Región O ´Higgins. Gobierno de Chile.

Orchardson, E. (2020). NPK en la producción mundial de cultivos . Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Pérez, M. (2024). Evaluación de productos alternativos para la prevención de pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) en la producción de ajo (*Allium sativum* L.) bajo cubierta en la granja Experimental Querochaca. Universidad Técnica de Ambato.

Pinedo, A. (2023). Efectos de épocas y métodos de plantación del cultivo de ajo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 125.145.

Pinzon, H. (2020). Botánica, morfología y fisiología (ajo y cebollas). Colombia: Producción tecnológica AGROSAVIA.

PROAIN. (2020). Requeremientos hídricos del cultivo de ajo. Recuperado de Proain.com:https://proain.com/blogs/notastecnicas/requerimientoshidricos-delcultivodelajo#:~:text=Requerimiento%20clim%C3%A1tico,86%20%C2%B0F)%20como%20m%C3%A1xima.

QUIMASA. (2022). Fertiquim 10-30-10 multiphos. Recuperado de Agroquimasa.com:https://agroquimasa.com/wpcontent/uploads/2022/10/FT-PAPA-FERTIQUIM-10-30-10-MULTIPHOS_compressed.pdf

Ramírez, M. S. (2020). Desempeño fisiológico de variedades locales de ajo en diferentes condiciones de manejo agronómico. Revista de Agricultura y Ciencia, 40(1), 102-110.

Romero, C. (2020). El ajo en el contexto mundial y nacional. Recuperado de Inia.gob.pe:https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/2020/04/El_Ajo_MercadoMundial.pdf

Rueda, L. J. (2022). Evaluación de productividad del ajo (*Allium sativum* L.), con la aplicación de tres fertilizantes orgánicos en el cantón San Pedro de Huaca. Universidad Politécnica Estatal del Carchi .

Ruiz, L. (2021). Cómo plantar ajos. Recuperado de Mundodeportivo.com: https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/comoplantarajos-20496.html

Saluzzo. (2023). Desempeño productivo del ajo bajo estrategias de fertilización equilibrada. Investigación Agropecuaria, 78-86.

Saluzzo, J. A. (2023). Nutrición nitrogenada, crecimiento y rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) en respuesta a la fertilización nitrogenada en el SE de Buenos Aires, Argentina. Agriscientia,, 20, 53-60.

Sanchez, J. (2020). Propuesta de un sistema de comercialización hortícola agroecológico directo entre productor - consumidor final en Cuenca Ecuador. Cuenca-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Sela, G. (2020). Fertilización y riego, teoría y mejores prácticas. independently published.Recuperadodehttps://www.sancristoballibros.com/libro/fertilizacion-y-riego-teoria-y-mejores-practicas_99570

Sipcam. (2021). Las plagas del ajo en el suelo: cómo prevenirlas desde su nascencia. Recuperado de Sipcamcontigo.com: https://sipcamcontigo.com/plagas-del-ajoeliminardesdenascencia/#:~:text=Entre%20las%20principales%20plagas%20que,capas%20de%20suelo%20m%C3%A1s%20altas

SIPSA. (2021). El cultivo de ajo, (*Allium sativum* L.) y un estudio de caso de los costos de producción en el municipio de Ipiales (Nariño). DANE.

Tenesaca, I. I. (2022). Comparación de tres métodos de riego y ajuste del uso consuntivo (Kc) mediante lisimetria en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en la estación experimental tunshi. [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional.

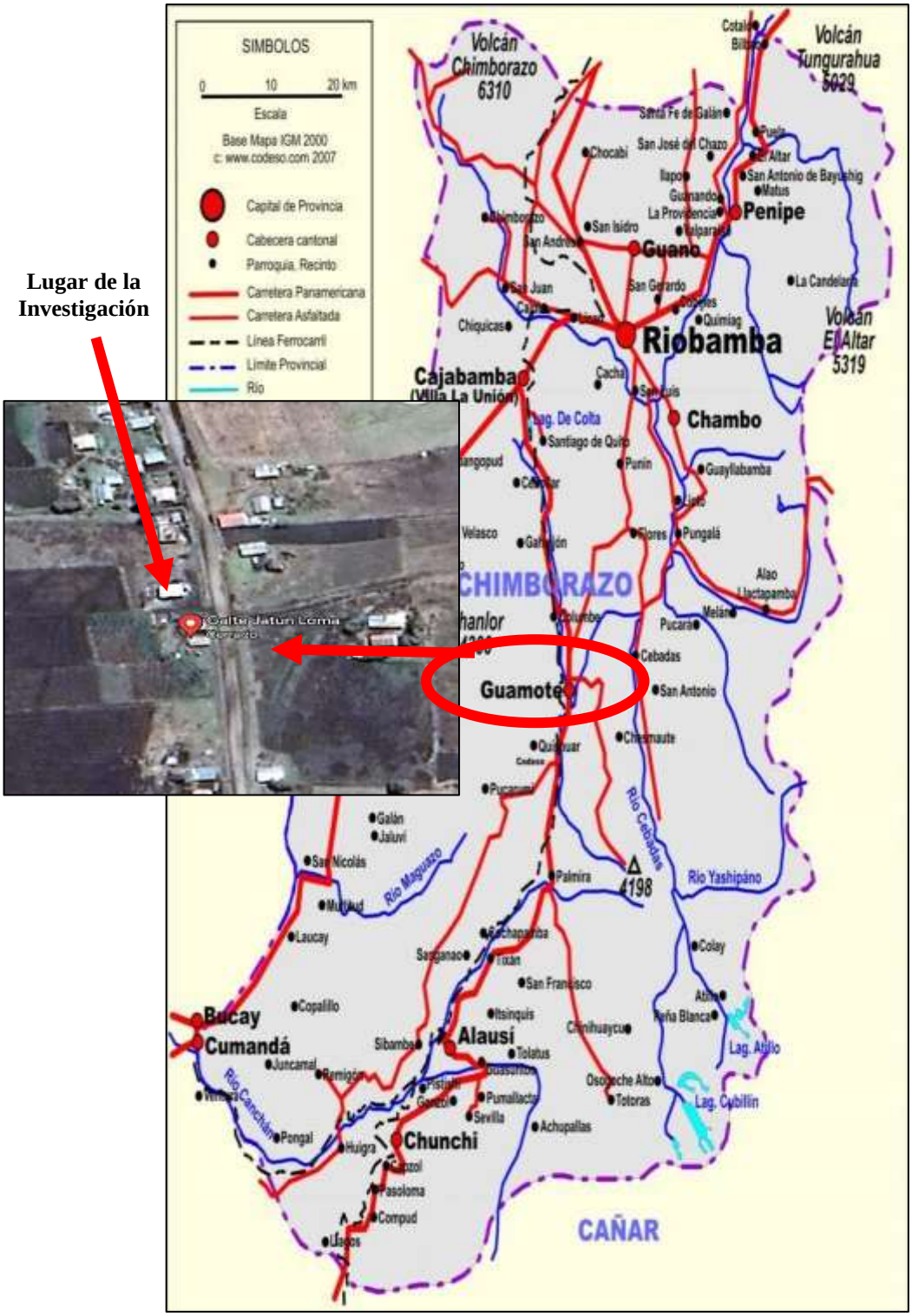
Tirado, A. (2020). Guía técnica del cultivo de ajo .[Tesis de Ingeniería, Instituto de Educación Superior Tegnológico Público "San Agustin"]. Repositorio Institucional.

Vega, P. (22 de 06 de 2022). Información Técnica de Agricultura . Recuperado de Información Técnica de Agricultura: https://www.agroes.es/fotos-videos/fotos/fotos-de-agricultura/cultivos-de-huerta-horticultura/ajos/ajos-campo-de-cultivo/ajos-10-7676#joomimg

Zapata, Y. G. (2022). Control de *Sclerotium cepivorum* y promoción del crecimiento en ajo (*Allium sativum*) con microorganismos antagonistas. Universidad de Costa Rica. doi:https://doi.org/10.15517/am.v33i2.46462

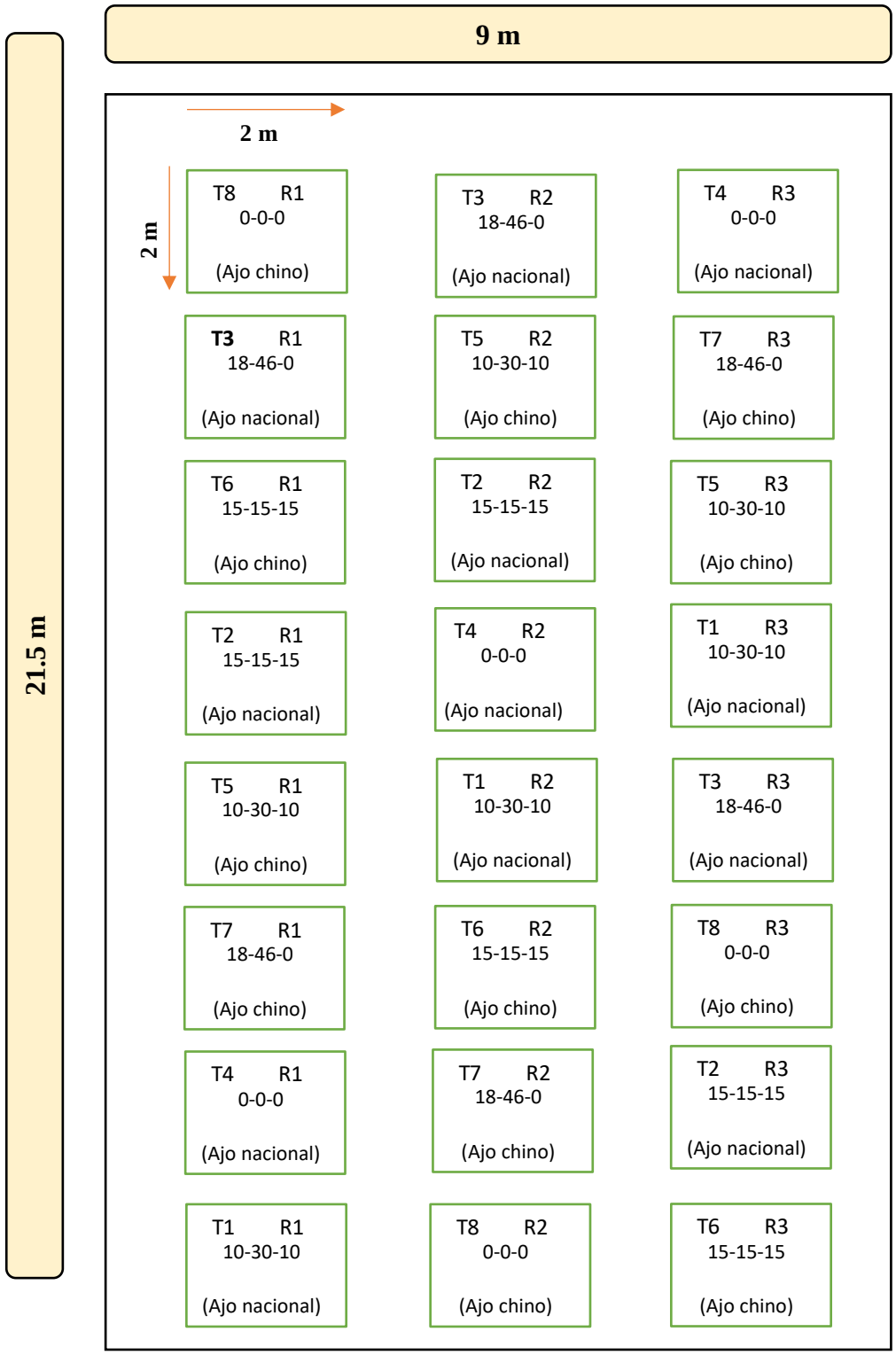
ANEXOS

1. Mapa de ubicación de la investigación



Fuente: Google Maps, 2024

2. Croquis del ensayo



- Área de las parcelas: 4 m^2
- Área total: 193,5 m^2

MC-LASPA-2201-01

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 24-0149

NOMBRE DEL CLIENTE:	Paltan Daquilema Byron Fernando
PETICIONARIO:	Paltan Daquilema Byron Fernando
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Paltan Daquilema Byron Fernando
DIRECCIÓN:	Plaza Roja

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	30/05/2024
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	11:40
FECHA DE ANÁLISIS:	03/06/2024
FECHA DE EMISIÓN:	18/06/2024
ANALISIS SOLICITADO:	S4

Análisis	pH		N		P		S		B		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO		CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
Unidad			ppm		ppm		ppm		ppm		meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/ 100g	%		%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
24-0572	6,21	LAc	264,72	A	45,52	A	14,99	M	1,81	M	0,36 M	13,44	A	2,83	A	4,6	M	15,7	A	469	A	10,1	M	4,74	7,92	45,47	15,63	3,82	A		43	46	11	Franco	Muestra 1

Análisis	Al+H*		Al*		Na*		C.E. *		N. Total*	N-NO3		K H2O*		P H2O*	Cl*		pH KCl*		H*	IDENTIFICACION
	ppm		ppm		meq/ 100g				%	ppm		meq/ 100g		ppm	ppm				%	

OBSERVACIONES:

*** Ensayos no solicitados por el cliente**

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
S/B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION					
pH				Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro	B =	Bajo
LAc =	Ligeramente Acido	LAl =	Ligeramente Alcalino	M =	Medio
PN =	Prácticamente Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
NE =	Requieren Cal			T =	Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION							
Al+H, Al y Na		C.E.				M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino	B =	Bajo
M =	Medio	LS =	Ligeramente Salino	MS =	Muy Salino	M. =	Medio
T =	Tóxico					A =	Alto

JOSE ALONSO LOCRO MALATAY

LABORATORISTA

IVAN RODRIGO SAMANIEGO ARIGUA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este es encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

4. Base de datos

T	R	FA	FB	DE	AP	NH	LH	IP	IE	PB	DEB	DPB	PCP	RH
1	1	1	1	20	14.8	3.3	8.5	1.8	2.5	816.5	1.56	2.33	3.2	8068.2
2	1	1	2	20	14.6	3.4	8.9	2.1	3	1179.3	1.57	1.20	4.1	10227.3
3	1	1	3	20	18.2	2.3	8.4	2	2.9	861.8	1.60	2.34	3.7	9318.2
4	1	1	4	20	13.7	3.6	7.4	2.5	2.8	771.1	1.62	2.30	3.2	8068.2
5	1	2	1	30	17.9	2.4	7.1	1.7	2.6	362.9	2.56	1.45	2.3	5681.8
6	1	2	2	30	18.1	2.5	8.2	2	2.1	499.0	2.85	1.64	3.4	8522.7
7	1	2	3	30	16	2.4	7.8	2.3	2.7	453.6	2.69	1.50	2.8	6931.8
8	1	2	4	20	14.3	3.8	10.2	2	2.4	453.6	1.54	2.16	2.7	6704.5
1	2	1	1	20	14.3	3.4	8.9	1.9	2.4	408.2	1.61	2.16	2.6	6590.9
2	2	1	2	30	18.3	3.7	6.9	2.2	3.6	1088.6	2.58	1.38	3.2	8068.2
3	2	1	3	20	16.4	3.5	9	2.2	2.9	725.7	1.66	2.08	3.5	8863.6
4	2	1	4	30	18.3	3.7	6.9	2.2	3.6	1088.6	2.58	1.38	3.2	8068.2
5	2	2	1	30	17.7	2.2	8.8	2.2	2.4	499.0	2.50	1.26	2.6	6477.3
6	2	2	2	20	17.8	4.4	8.9	2.2	2.2	1079.3	1.69	2.35	3.8	9431.8
7	2	2	3	30	18.2	2.3	8	2	2.3	997.9	2.59	1.43	3.1	7840.9
8	2	2	4	30	17.3	2	8.6	1.8	2.8	317.5	2.66	1.43	2.2	5568.2
1	3	1	1	20	15.1	3.6	9.5	1.9	2.5	362.9	1.56	2.32	3.0	7500.0
2	3	1	2	20	14.6	3.3	9.1	2.10	2.4	453.6	1.65	2.22	3.3	8181.8
3	3	1	3	20	14.5	2.6	8.7	2.3	2.8	907.2	1.61	2.40	3.9	9659.1
4	3	1	4	30	19.2	2.6	8.7	1.9	3.1	861.8	2.52	1.35	3.1	7727.3
5	3	2	1	30	18.2	2.3	7.9	2	3	499.0	2.68	1.42	2.9	7159.1
6	3	2	2	20	13.8	3.7	8.3	2.2	2.7	1315.4	1.69	2.4	2.8	6931.8
7	3	2	3	30	17.9	3.5	8.9	2	2.4	1300.8	2.89	1.62	2.2	5454.5
8	3	2	4	30	19	2.1	9	2.1	2.4	952.5	2.89	1.57	2.5	6136.4

5. Fotografías

- **Preparación del terreno**





- **Nivelación del suelo**



- **Trazado del ensayo**



- **Realización de los surcos**





- **Preparación de la semilla**

Ajo nacional



Ajo chino



Engeo y Vitavax para las dos variedades









- **Siembra**




- **Aplicación de fertilizantes compuestos**




- **Aplicación de fertilizantes foliares**




- **Deshierba**





- **Control fitosanitario**





- **Días a la emergencia**



- **Incidencia de plagas y enfermedades**



- **Altura de la planta**



- **Numero de hojas**



- **Longitud de la hoja**



- **Visita de Campo**



- **Cosecha**





- **Peso de bulbo por parcela y peso de campo por parcela**





- **Diámetro ecuatorial y polar del bulbo**





6. Glosario de términos técnicos

Auxinas. Son un grupo de hormonas vegetales que juegan un papel crucial en el crecimiento, desarrollo y respuestas de las plantas a diferentes estímulos ambientales.

Brotación. Es un método de propagación vegetativa de plantas mediante la implantación de yemas de la planta madre en un patrón.

Bulbo. Los bulbos son órganos subterráneos de almacenamiento de nutrientes, los cuales cumplen la función de órgano reservante.

Camellones. Es una técnica agrícola que se utiliza para la producción de cultivos y brindar mejores condiciones a la planta que faciliten el buen desarrollo radicular.

Desecación. Es un método para poder disminuir o eliminar el agua que está en exceso en el suelo y que afecta el buen desarrollo del cultivo.

Desinfección. Es la reducción o eliminación de los diferentes agentes patógenos que están en el suelo agrícola y disminuye las cosechas y la producción.

Desgrane. Consiste en el desprendimiento de bulbos durante la manipulación de selección de bulbos.

Dormancia. Es un estado de reposo o inactividad metabólica en el que la planta detiene su crecimiento como respuesta a condiciones adversas, como el invierno o la sequía.

Ecuatorial. Se refiere a una característica relacionada con la línea ecuatorial o con la distribución de las plantas en áreas cercanas a la línea ecuatorial.

Emergencia. Proceso por el cual las plántulas emergen del suelo y se vuelven visibles en la superficie, después de la germinación de la semilla.

Evaluación. Es una valoración de diversas máquinas y herramientas agrícolas con el fin de identificar las más funcionales para las actividades en el campo.

Esclerotina. Esta es una enfermedad grave que afecta a una amplia gama de cultivos, produciendo grandes pérdidas en los cultivos.

Envoltura. Es un material especialmente diseñado que se utiliza en el proceso de empacado, para contener y proteger y facilita el almacenamiento y transporte.

Enfermedad. Es una alteración en su anatomía causada por la presencia de un agente irritante que afecta negativamente su capacidad.

Escapo. Son tallos sin hojas más o menos largo que arrancando desde un tubérculo o bulbo esta desprovisto de hojas y lleva la flor en el ápice.

Entomopatógeno. Son microorganismos capaces de causar una enfermedad al insecto plaga, conduciendo muerte después de un corto periodo de incubación.

Exportación. Es el acto de vender o enviar bienes o servicios desde un país a otro con fines comerciales, es una parte esencial del comercio internacional.

Fitosanitarios. Son herramientas utilizadas para prevenir y controlar plagas o enfermedades y hacer más eficiente la producción.

Fertilizante. Son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas.

Follaje. Son conjuntos de ramas y de los tallos cargados de hojas abiertas, de flores y de frutos.

Giberelinas. Son hormonas vegetales que juegan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las plantas, regulando procesos como la germinación, la elongación del tallo, la floración y la formación de frutos.

Germinación. Es un conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comience a crecer hasta que se haya formado una pequeña planta.

Genotipo. Se refiere a su composición genética, es decir, los genes que contiene y la información genética que hereda de sus padres.

Humedad. Es el proceso de las plantas que absorben agua a través de las raíces y luego producen vapor de agua a través de los poros de sus hojas.

Irrigación. Es el conjunto de dispositivos capaces de aportar, de forma artificial y ordenada, el caudal de aguas con finalidad de obtener una producción eficiente.

Imbibición. Proceso físico por el cual una semilla absorbe agua, lo que causa un aumento en su tamaño y volumen.

Importar. Significa traer productos o bienes de un país extranjero a otro para su uso o venta.

Letargo. Estado de reposo o detención del crecimiento en plantas, yemas y semillas.

Morfogénesis. Procesos mediante los cuales se desarrollan y organizan las diferentes estructuras y formas de la planta durante su crecimiento. Incluye la

formación de órganos como raíces, tallos, hojas, flores y frutos, así como la disposición espacial de estos órganos en la planta.

Piretroides. Son sustancias químicas manufacturas de estructuras muy parecidas a las piretrinas.

Polar. Distribución asimétrica de componentes celulares a lo largo de un eje, lo que es fundamental para procesos como la comunicación celular, la división celular, la morfogénesis y la diferenciación celular.

Producción. Es el resultado de la explotación de la tierra para obtener bienes, alimentos como cereales y diversos tipos de vegetales.

Pseudotallo. Es una estructura que se asemeja a un tallo, pero en realidad está formado por las vainas foliares superpuestas.

Plaga. Organismos que causan daño a las plantas, como insectos, hongos, o nematodos.

Químicos. Son aquellas sustancias químicas empleadas en la agricultura con el fin de mantener y conservar loa cultivos vegetales y animales.

Semilla. Las semillas son depositarlas del potencial genético de las especies agrícolas y sus variedades resultantes de la mejora continua y la selección a través del tiempo.