

## INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es una raíz bulbosa, compuesta de 6 a 12 bulbillos o dientes de ajo, reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como “cabeza de ajos”. Cada bulbillo se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo rojizo, membranoso, transparente y muy delgado, semejante a las que cubren todo el bulbo. De la parte superior del bulbo nacen las partes fibrosas, que se introducen en la tierra para alimentar y anclar la planta (DAPRO, 2020).

Bajo la premisa de incrementar la productividad en ajo con el manejo de densidades de plantación, se ha logrado encontrar que a medida que se incrementa el número de plantas por hectárea, el rendimiento se incrementa.

La siguiente pregunta es: ¿Cómo logro una mayor densidad de plantación en mi parcela?; es cierto que existen varias formas de establecer un cultivo de ajo, el arreglo que se debe seguir dependerá del ancho del surco o de la cama y de la cantidad de plantas que se quieran emplear.

En bajas densidades se pueden emplear camas de un metro de ancho, tres líneas de plantación separadas 17 cm entre sí, y distanciamiento entre plantas de 10 cm, obteniendo así una densidad de 300,000 plantas/ha con una sola cinta de riego. Si la intención son densidades altas, del orden de las 500,000 plantas/ha, se pueden emplear camas de 2 metros de ancho, 6 hileras separadas a 25 cm y un espacio entre plantas de 6 cm, dichas camas con tres cintas de riego (castellanos, 2016).

Existen fundamentalmente dos variedades de ajos. Los ajos blancos, que tienen una presentación rústica, de buena productividad y conservación, que suelen consumirse secos. Y los ajos rosados que poseen las túnicas envolventes de color rojizo, no se conservan muy bien y son más precoces que los blancos.

De acuerdo a la FAO, la producción mundial de ajo para el año 2018 sobrepasó los 28 millones de toneladas, observándose en la última década un importante incremento en los rendimientos del cultivo al pasar de 16.7 toneladas por hectárea en 2009 a 18.41 t/ha en 2018. Se destaca que la producción de ajo está dominada por la producción China, que provee el 78% de la producción mundial de ajo, así en 2018 obtuvo un volumen de producción de 22.3 millones de toneladas (DAPRO, 2020).

El cultivo de ajo en Bolivia se encuentra alrededor de 2.7 mil toneladas en la última campaña agrícola 2018-2019, tras lograr su mayor volumen de producción en la campaña agrícola 2015- 2016 que fue de 3.731 toneladas.

El departamento de Potosí es el mayor productor de ajo a nivel nacional al haber alcanzado un volumen de producción de 877 toneladas durante la campaña agrícola 2018 – 2019, seguido del departamento de Cochabamba que logró obtener una producción de 495 toneladas de ajo en esta última campaña agrícola.

El departamento de Tarija registró una producción de 413 toneladas de ajo, mientras que Chuquisaca logró 261 toneladas en el 2019.

En Tarija aunque tradicionalmente el ajo se cultiva en la zona alta como Iscayachi , en el valle central este cultivo es muy apreciado por sus propiedades culinarias y medicinales.

La planta del ajo por su origen prefiere climas secos y de temperaturas moderadas a frías y son cultivadas en alturas que van de 1000 a 3500 m.s.n.m. Por esas exigencias de luz y temperatura, el ajo resulta que es una planta marcadamente estacional, siendo su época de siembra en los meses de junio en las zonas altas como Iscayachi.

(DAPRO, 2020) El cultivo del ajo requiere suelos ricos en materia orgánica, ligeros y fértiles, con un pH que oscile entre 6 y 7 y con algunas limitaciones en suelos pesados.

## **JUSTIFICACIÓN**

La importancia de mejorar el cultivo del ajo está en sus propiedades nutritivas, carbohidratos, grasas y proteínas combinadas con vitaminas A, B y C. y sus cualidades benéficas o medicinales como desinfectante, descongestionante, y otros. Por estos motivos hace que este cultivo sea un cultivo muy potencial para poder mejorar la producción en la región.

Con el presente trabajo de investigación se pretende conocer el rendimiento de variedades de ajo en distintas densidades de siembra, al no sembrar a una densidad adecuada ayuda a la proliferación de hongos por la poca ventilación, Por tal motivo se definió la “Evaluación de rendimiento de dos variedades de ajo (*allum sativum* L.) Con tres densidades de siembra en la comunidad de san Antonio cantón de Iscayachi”

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema del cultivo de ajo se basa en el rendimiento que no es lo esperado por los productores con un rendimiento medio aproximadamente, por lo tanto para poder mejorar o contribuir a obtener un mejor rendimiento se propone probar distintas densidades de siembra. Así también otro problema que se tiene, los productores no realizan de manera adecuada la selección y desinfección de la semilla lo que se ve reflejado en el rendimiento y por tanto a los ingresos del productor.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el rendimiento de dos variedades de ajo con tres densidades de siembra en la comunidad de SAN ANTONIO cantón de ISCAYACHI.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar cuál de las dos variedades tiene mejor rendimiento aplicando las tres densidades de siembra.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de las tres densidades de siembra.
3. Evaluar la interacción entre las dos variedades y las tres densidades de siembra.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1 Origen y generalidades

El ajo es cultivado desde tiempos inmemoriales por el hombre, y se cree que es originario del Suroeste de Siberia. Era muy apreciado por egipcios, griegos y romanos, que lo consideraban una excelente medicina. Actualmente se consume en todo el mundo, siendo cultivado sobre todo en Asia. Los principales países productores son China, India, República de Corea y Egipto.

El origen del cultivo del ajo por el hombre es muy antiguo, y no se sabe con seguridad de dónde procede. Se sabe que era utilizado en la India en el siglo VI a.c. aunque la mayoría de los autores indican que es originario del Suroeste de Siberia. En las pirámides egipcias existen pruebas de su consumo y cultivo, y fue muy apreciado por los romanos y los griegos. En la Edad Media el ajo fue considerado remedio y protección contra las pestes y epidemias.

A partir del siglo XVII el ajo fue consumido sólo por las clases bajas, ya que la alta sociedad lo rechazaba por su olor. En la actualidad es muy apreciado como condimento, y se cultiva en casi todo el mundo, principalmente en Asia, donde se obtiene más del 80% de la producción mundial. Los principales países productores son China, India, República de Corea y Egipto. (QUINTERO, 1984).

En Bolivia el ajo fue introducido por los españoles en la época de la colonia y se cultiva como planta hortícola asociado a la cebolla y otros cultivos

#### 1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telomophytae.

**División:** Tracheophythae

**Subdivisión:** Anthophyta.  
**Clase:** Angiospermae  
**Subclase:** Monocotyledoneae  
**Orden:** Lili florales  
**Familia:** Liliáceae

**Nombre científico:** *Allium sativum* L.

**Nombre común:** Ajo

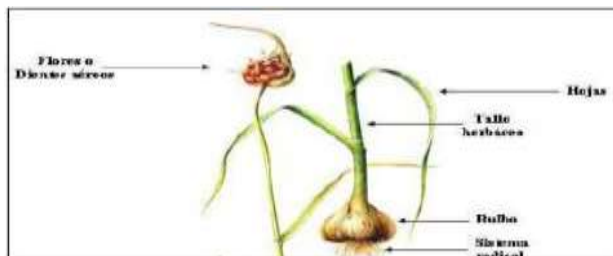
Fuente: Herbario Universitario

### 1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El ajo (*Allium sativum* L.) pertenece a la familia de las liliáceas y es originario de Europa. Su raíz es bulbosa y está compuesta por 8 ó 10 bulbillos, 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. Las flores se presentan formando una inflorescencia en umbela, de color blanco verdoso.

El fruto es una cápsula con tres cavidades donde se encuentran situadas las semillas, redondeadas y de color negro. La reproducción se efectúa generalmente de forma vegetativa, mediante la plantación de los bulbillos. Estos contienen un aceite muy volátil, la alicina, que se caracteriza por poseer un sabor fuerte y picante. ` (minagri, 2012, págs. 2-3)



**FIGURA NO. 1 taxonomía y morfología**

## **1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA**

Es una planta perenne de la familia de las liliáceas de hasta 1,5 m de altura. Hojas planas de hasta 8mm de anchura. Flores verdosas o blanquecinas, a veces rosadas, muy poco abundantes (algunas veces inexistentes) que sobresalen con su largo pedúnculo sobre una cabezuela de bulbillos. Bulbo (cabeza de ajo) formado por una envoltura blanca dentro de la cual se encuentran varios.

### **1.4.1 Sistema radicular:**

Es de origen adventicio, es decir que se origina del tallo o disco, son fasciculadas, blancas, similares a la de la cebolla. Son muy numerosas de pocas ramificaciones la masa radicular es superficial 100% por encima de los 40cm. Y el 80% por encima de los 30cm.

### **1.4.2 Tallos.-**

La morfología, anatomía y desarrollo del tallo de ajo y la cebolla son similares. Es un plato o disco pequeño, masa cónica que en la madures forma un callo muy duro, de nudos cortos. Posee un meristemo central apical y axilar.

### **1.4.3 Hoja.-**

Son iguales a las de la cebolla en cuanto se refiere a forma y divergencia. A diferencia de las de cebolla.

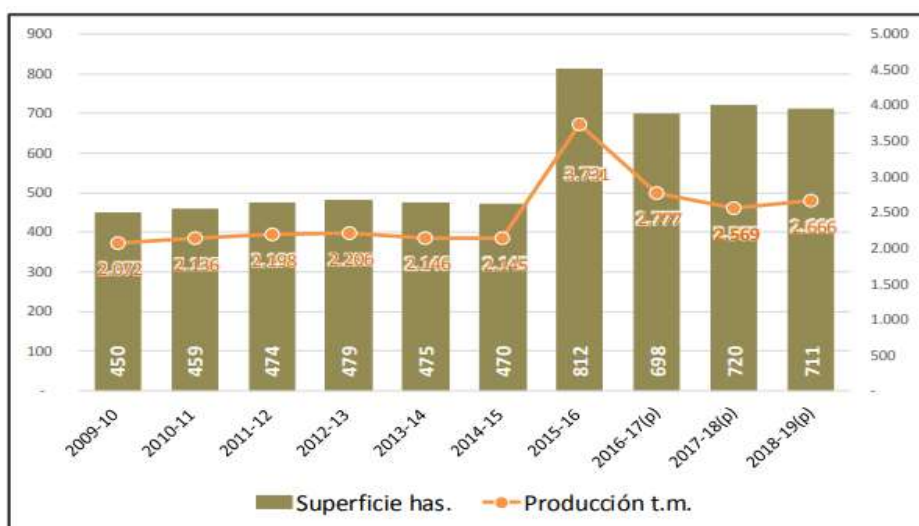
### **1.4.4 Escapo floral.-**

Rara vez se forma, en las que se llega a formar son cultivares que bajo ciertas condiciones ambientales, presentan bulbillos mezclados con flores. Las flores abortan rápidamente. La subida del escapo floral puede producirse en al segundo periodo, la inflorescencia es una umbela con flores poco numerosas con 6 pétalos y 6 estambres, un ovario plurilocular. Con un estilo filiforme y un estigma pequeño el fruto es una capsula.

### 1.4.5 Bulbo

Se compone de 6 a 12 bulbillos dependiendo de la variedad, conocidos tradicionalmente como dientes de ajo, unidos por la base formando un cuerpo con forma redondeada.

Producción de Ajo en Bolivia. El cultivo de ajo en Bolivia se encuentra alrededor de 2.7 mil toneladas en la última campaña agrícola 2018-2019, tras lograr su mayor volumen de producción en la campaña agrícola 2015- 2016 que fue de 3.731 toneladas.



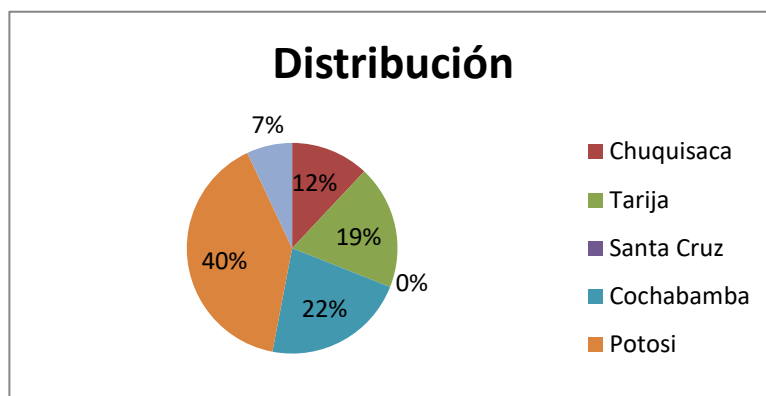
**FIGURA NO. 2 Producción de ajo**

Fuente: INE, Elaboración: MDPyEP-DAPRO

### 1.4.6 Distribución geográfica de la producción

Distribución geográfica de la producción Según estimaciones conjuntas entre el Instituto Nacional de Estadística y el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, el departamento de Potosí es el mayor productor de ajo a nivel nacional al haber alcanzado un volumen de producción de 877 toneladas durante la campaña agrícola 2018 – 2019, seguido del departamento de Cochabamba que logró obtener una producción de 495 toneladas de ajo en esta última campaña agrícola.

El departamento de Chuquisaca es el departamento productor de ajo que reporta la mayor tasa de rendimiento de 5.13 toneladas por hectárea, a partir de la cual obtuvo 261 toneladas de ajo en dicha campaña agrícola. El departamento de Tarija registró una producción de 413 toneladas de ajo, mientras que Chuquisaca logró 261 tn. (infoagro, 2002).



**FIGURA NO. 3 Distribución del cultivo en Bolivia**

Fuente: INE, Elaboración: MDPyEP-DAPRO

#### 1.4.7 Requerimientos Edafo Climáticos

Aunque es una planta de clima frío no tiene exigencias climáticas marcadas, aunque adquiere un sabor más pungente en climas fríos. El cero vegetativo del ajo corresponde a 0°C. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2-3 hojas soporta bien las bajas temperaturas. En pleno desarrollo vegetativo tolera altas temperaturas (por encima de los 40°C), siempre que tenga suficiente humedad en el suelo.

Es importante que los suelos tengan un buen drenaje y un buen contenido de materia orgánica. Prefiere los suelos francos o algo arcillosos, con contenidos moderados de cal y ricos en potasio. (M., 2009)



**CUADRO N° 1 Esquema de los requerimientos climáticos y edáficos.**

ESQUEMA DE LOS REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDAFICOS				
SUELOS	DRENAJE	PH	TEMPERATURA	m.s.n.m.
Franco Arcilloso	Con buen declive	6.0-7.0	10 <sup>0</sup> - 34 <sup>0</sup>	600- 3000

## **1.5 Clima**

### **1.5.1 Temperaturas**

El ajo es un cultivo de invierno que puede iniciar su desarrollo en el otoño ó muy temprano en primavera al prevalecer temperaturas entre 13 y 24 °C como rango optimo, 7°C como mínimo y 30°C como máximo .Si los dientes de ajo ó plantas jóvenes han sido expuestos a temperaturas de 0 a 10 °C por uno ó dos meses la formación de bulbos se acelera. Cuando no ha ocurrido una exposición a temperaturas de menos 20°C la formación de bulbos puede no ocurrir aún en días largos.

En general, el rendimiento de cultivos como el ajo o la cebolla, depende de la relación entre su velocidad de crecimiento y desarrollo y de variables ambientales com. La temperatura, la duración del día o la disponibilidad de agua y nutrientes. El rendimiento del cultivo depende directamente de la cantidad de la luz absorbida por sus hojas durante la producción, la eficiencia con la que la luz absorbida se convierte en sacarosa mediante la fotosíntesis y pasa a formar parte del bulbo, las pérdidas de peso debidas a la respiración y el marchitamiento una vez que se han producido los procesos fotosintéticos, y el agua y nutrientes absorbidos.

(AGRÍCOLA, REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL CULTIVO DEL AJO, 2020)

### **1.5.2 Humedad**

Los suelos deben tener un buen drenaje. Una humedad en el suelo un poco por debajo de la capacidad de campo es óptima para el desarrollo del cultivo.

El ajo se adapta muy bien a la mayoría de suelos donde se cultivan cereales. Prefiere los suelos francos o algo arcillosos, con contenidos moderados de cal, ricos en potasa.

### **1.5.3 Fotosíntesis**

La formación del bulbo está influenciado por varios factores pero el más importante es el fotoperiodo. El desarrollo del follaje de las plantas está influenciado por la fotosíntesis por lo que es importante cuidar la densidad de siembra.

### **1.5.4 Fotoperiodo**

Es una planta de día largo para bulbificar, es decir, el bulbo se forma en horas de luz crecientes. Genotipos difieren en cantidad de horas de luz para la bulbificación.

### **1.5.5 Suelo**

Se da tanto en tierras sueltas como fuertes, siempre y cuando en estas últimas no sea de tener encharcamientos, ya que no tolera la excesiva humedad. En general, puede decirse que se comporta bien en secanos frescos. Los terrenos húmedos son malos para su cultivo porque se pudre el bulbo. Vegeta bien en los terrenos en donde se cultiva la cebolla, resistiendo mayor proporción de arcilla que esta.

Prefiere los suelos ricos en materia orgánica, ligeros y fértiles, con un pH que oscile entre 6 y 7.

Suelo: franco arcilloso

    Franco arenoso

Buena permeabilidad y drenaje

### **1.5.6 Abonado**

El abonado del ajo depende del lugar que este ocupe en la alternativa, y por tanto del abonado efectuado en el cultivo precedente.

Es una planta bastante exigente en abonos, prefiriendo los suelos ricos en materia orgánica y con cal. Agradece las aportaciones de estiércol muy hecho, aunque éste se debe incorporar con bastante antelación a su siembra. Es conveniente, a ser posible,

añadirlo en el cultivo anterior. A portaciones de 25.000 kilos por hectárea son suficientes. Los dientes de ajo adquieren fácilmente mal sabor cuando la estercoladura se hace poco antes de la siembra.

En general son necesarias aportaciones fosfopotásicas que favorezcan la conservación y dureza del ajo. Estas aportaciones se pueden realizar al hacer las labores preparatorias de la siembra o durante la plantación. Una fórmula media de abonado de fondo, para una producción de 8.000 kilos por hectárea, puede ser la siguiente:

Sulfato amónico del 21 por 100: 600 kg/ha.

Superfosfato de cal del 18 por 100: 500 kg/ha.

Sulfato potásico del 50 por 100: 600 kg/ha.

La incorporación de estos elementos se puede hacer a base de abonos complejos, utilizando una abonadora centrífuga. En cobertera se debe aplicar nitrato amónico cálcico, en dos veces, a razón de 150 kilos por hectárea cada vez. . (QUINTERO, 1984, págs. 5-6)

### 1.6 Densidad de siembra

La densidad de siembra varía de acuerdo al tamaño y peso de los dientes de ajo. Por lo regular se requieren de 800 a 1000 kg de semilla tratada de ajo por hectárea. La cantidad de plantas por hectárea puede variar de 250,000 hasta 500,000 de acuerdo con la densidad utilizada al sembrar.

### 1.7 Marco de plantación

En la siembra el diente de ajo se coloca a una profundidad de 2.5 a 5 cm, a una distancia de 5 a 7 cm de separación entre dientes y entre hilera de 92 a 104 cm. Como el potencial de rendimiento depende en gran parte del tamaño del diente, se recomienda sembrar los más grandes a 10 cm de distancia, los medianos a 8 cm, los chicos a 7 cm y los muy chicos a 5 cm. Se recomienda iniciar con los dientes grandes, luego con los medianos, después con los chicos, y finalmente con los dientes más chicos. Sin embargo, experiencias anteriores indican que para obtener altos

rendimientos es preferible utilizar dientes grandes y medianos. (Zamora, 2016, págs. 2-3)

## **1.8 Necesidades hídricas del ajo**

El riego del ajo se realiza de forma habitual por aspersión, mediante goteo o por surcos. El ritmo de aplicación depende del clima, de la edad de la plantación y del tipo de suelo. Dicho sistema de riego debe garantizar la distribución del agua de forma uniforme por toda la finca, de manera que todas las plantas satisfagan sus necesidades de agua durante el intervalo entre riegos.

### **1.8.1 Indicaciones para el riego del ajo**

Inicialmente se recomiendan riegos más ligeros y frecuentes (cada 2 días). Entre los 30 y 90 días se debe regar cada 4 o 5 días, aumentando de manera progresiva el tiempo de riego. Entre los 90 y 120 días se debe regar cada siete días más o menos, con aplicaciones de dos horas. De los 120 a 140 días, tiempo en que se acerca la cosecha, se deben suspender los riegos para favorecer el secado de los bulbos.

### **1.8.2 Suspensión de riegos en el cultivo de ajo cuatro semanas antes de la cosecha**

Es sumamente importante suspender los riegos tres semanas antes de iniciar la cosecha, con el fin de prevenir la decoloración y ruptura de las túnicas del bulbo. Un exceso de humedad cuando se aproxima la cosecha, favorece la pudrición de la cutícula externa que recubre el bulbo, provocando que éste se abra y pierda valor comercial. (agricola, 2020)

## **1.9 Fertilización en el cultivo del ajo**

### **1.9.1 Nitrógeno**

Determinante en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Principal nutriente en la formación de órganos vegetativos para producción de reservas que se acumulan en el bulbo.

Mayor rendimiento en primeras fases del ciclo vegetativo. Se recomienda abonado de fondo y abonado de cobertera a finales de invierno o principios de primavera para un mayor tamaño del bulbo.

**Síntomas de deficiencia:** disminución del crecimiento.

Importancia de la fertilización en la producción de ajo.

### 1.9.2 P Fósforo

Fundamental para el desarrollo radicular, aumenta la resistencia a la sequía y facilita las extracciones de los elementos nutritivos del suelo.

Acelera el crecimiento del follaje

Amortigua los excesos de nitrógeno.

Participa en el metabolismo de los glúcidos.

**Síntomas de deficiencia:** ciclo vegetativo más largo, ensanchamiento del cuello y marchitamiento de hojas inferiores.

### 1.9.3 K Potasio

Directamente relacionado con la calidad y producción del bulbo.

**Síntomas de deficiencia:** amarillamiento de hojas viejas.

### Mg Magnesio

Componente de la clorofila, implicado en la fotosíntesis.

**Síntomas de deficiencia:** amarillamiento inter nerval en hojas viejas.

Vital para la formación de compuestos de sulfuro de alilo, responsables de las cualidades organolépticas y medicinales.

**Síntomas de deficiencia:** amarillamiento de las hojas (más pronunciado en las jóvenes).

(INFOAGRO, 2020)

Citando diversas fuentes, Gorini (1977) señala que para una producción de 10-14 ton/ha las extracciones del cultivo son: 111-182 kg de N, 43-174 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80-415 kg de K<sub>2</sub>O, junto con 66 kg de calcio y 15 kg de azufre.

El abonado nitrogenado siempre debe ser moderado, pues de lo contrario induce un desarrollo excesivo de las hojas en detrimento de los bulbos. A veces se fracciona en dos aportaciones iguales. En este caso, el aporte en cobertera debe ser precoz. El resto de los fertilizantes se aporta de fondo junto con la labor profunda. (B, 2004)

No es conveniente añadir estiércol inmediatamente antes del cultivo. A veces resulta conveniente la adición de azufre en el abonado de fondo.

El ajo puede resultar sensible a las carencias de cinc, boro y molibdeno; particularmente estos dos últimos elementos pueden tener una cierta influencia para una buena conservación. (Cadahia, 2008)

Indica que, el ajo es un cultivo que puede responder en forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, es decir, es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrimentos. (Cadahia, 2008)

#### **1.9.4 Recomendaciones de abonado**

Para la mejora de los rendimientos y la calidad en el cultivo del ajo se debe realizar una adecuada fertilización. En la etapa de mayor crecimiento vegetativo hay una altísima demanda de Nitrógeno, Potasio y en menor medida Magnesio, fósforo y Azufre.

#### **Secano (unidades de fertilizante/h)**

#### **CUADRO N° 2 Recomendación de abonado secano y regadío**

N	P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O
60-80	50-60	60-120

**Regadío (unidades de fertilizante/h)**

N	P2O2	K2O
120-150	120-150	150-200

www.fertiferia.com

**1.10 ABONO ORGÁNICO****Estiércol de vaca**

El estiércol animal es un recurso valioso para el manejo orgánico y sustentable del suelo. Es usado en forma más eficiente en combinación con otras prácticas sustentables como la rotación de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes, y cal. En la producción orgánica, el estiércol se aplica comúnmente al terreno como estiércol crudo (fresco o seco) o como estiércol compostado (Kuepper, 2003). El estiércol puede añadir nutrientes al suelo importantes para la planta (nitrógeno, potasio, y fósforo, conocidos colectivamente como NPK) y mejorar la calidad del suelo. Contiene un PH: 7.7, Nitrógeno 2%, Fosforo 0.91%, potasio 0.35%, C/N 18. La dosis recomendada es de 2-5 kg por cada metro cuadrado.

(NCAT, 2015)

**1.11 ABONO QUÍMICO****NITRÓGENO**

Un cultivo de ajo que produce 20.000 kg/ha, extraería del suelo aproximadamente 150 kg de nitrógeno, por lo que el aporte del nutriente para complementar el requerimiento, dependerá del contenido que se determine en el análisis edáfico.

**FÓSFORO**

La adecuada nutrición con P mejora la fisiología de la planta en relación con los procesos de fotosíntesis, fijación de nitrógeno (N), floración y fructificación. De igual manera, el crecimiento de raíces laterales se ve favorecido por la nutrición con P.

Las plantas toman P del suelo en forma de ortofosfato primario ( $H_2PO_4^-$ ) y secundario ( $HPO_4^{2-}$ ). Con pH superior a 7.2 el  $HPO_4^{2-}$  es la forma predominante.

(INTAGRI, 2018).

### 1.12 Variedades de ajo

#### 6.10.1 Grupos comerciales de ajo

Denominaciones reconocidas internacionalmente, asociadas al formato del bulbo, y a la cantidad y tamaño de dientes.

**Ajo común:** bulbo perteneciente a cultivares con bajos requerimientos de frío, su cosecha es precoz, y está compuesto generalmente por más de 15 dientes, otorgándole al bulbo forma irregular.

**Ajo noble:** perteneciente a cultivares de requerimientos intermedios a altos de frío, su cosecha es intermedia o tardía, y está conformado generalmente por menos de 15 dientes, por lo que presentan forma regular.

#### 1.12.1 Tipos comerciales de ajo

Denominaciones conocidas internacionalmente, asociadas al color de las hojas de protección (piel) de los dientes o también excepcionalmente de los bulbos.

**Ajos rosados:** presentan la piel de los dientes, al igual que el bulbo de color rosado o tintes afines, con el cuello duro por contar con tallo floral, pertenece al grupo de ajos comunes, de poca conservación. Son ajos para consumo en verde y aderezo de ensaladas. La principal variedad es Alpa Suquia.

**Ajos violetas:** son mal llamados franceses. Sus dientes tienen la piel de color castaño claro o tintes similares, el bulbo es blanco con suaves estrías violetas. Pertenece a los ajos nobles. Son ajos semi-tempranos. Tienen mala conservación, pero muy buen valor gastronómico. Acompañan bien pescados y mariscos. La principal variedad es Lican Inta.

**Ajos morados:** son los ajos mal llamado chinos. Sus dientes presentan piel de color castaño claro o tintes similares, y el bulbo tiene fuertes estrías de color morado,



además tiene cuello duro por presentar tallo floral. Pertenece a los ajos nobles. Son precoces, tienen buena presentación, mala conservación, regular valor gastronómico. Son ajos para consumo en verde y aderezo de ensaladas. Las principales variedades son Morado Inta y Serrano.

**Ajos blancos:** sus dientes presentan la piel de color blanco o blanco amarillento a veces tiene estrías violetas, y puede ser del grupo de ajos comunes o nobles. Son ajos semitardíos, poseen buena conservación, muy buen valor gastronómico y buenas propiedades nutraceuticas. Muy buen aroma. Las principales variedades son Norteño Inta, Nieve Inta, Perla Inta.

**Ajos colorados:** mal llamados españoles. Sus dientes presentan piel de color rojo o tintes afines, su bulbo es blanco y su cuello es duro por presencia de tallo floral; pertenece al grupo de ajos nobles. Son tardíos, poseen buena conservación y buenas propiedades gastronómicas y nutraceuticas. Muy recomendado para condimentar carnes rojas, pastas y para elaborar salsas. Muy apto para pelado. Las principales variedades son: Gostoso Inta; Fuego Inta; Sureño Inta; Rubi Inta; Gran Fuego; Tempranillo y Peteco.

**Ajos castaños:** mal llamados rusos. Sus dientes presentan la piel de color castaño o tintes afines, su cuellos es duro por presencia de tallo floral y pertenece al grupo de ajos nobles. Son ajos muy tardíos, tienen muy buna conservación y muy buenas propiedades gastronómicas y nutraceuticas. La principal variedad es CASTAÑO INTA.

- **Ajo Cron**

El ajo cron presenta un tamaño medio, formado entre 8 y 10 dientes de intenso color y piel brillante, con un aroma intenso.

Esta variedad de ajo no cuenta con una elevada productividad, pero su aroma intenso y sabor picante, son aspectos que lo diferencian del resto de variedades.

- **Ajo Fuego Inta**

Bulbo: de color blanco crema, pesan en promedio 83 gramos (entre 78 g y 87 g), con un diámetro ecuatorial de 66 mm (entre 65 mm y 68 mm). Dientes: 13 dientes grandes de color rojo violáceo fuertemente variegado.

### **1.13 Cómo elegirlos y conservarlos**

Los ajos de mayor calidad son los que mantienen las cabezas firmes, sin brotes o rebrotes verdes y con una envoltura seca. Conviene elegir las cabezas pequeñas, compactas y pesadas, contrariamente se debe rechazar los ajos amarillentos y huecos, ya que es indicio de que están envejecidos.

Los ajos blancos se conservan menos tiempo que los de color, que por lo general pueden almacenarse hasta un año. Lo ideal es guardarlos en un lugar fresco, seco y con ventilación, para evitar que se enmohezcan y comiencen a germinar.

En tiendas de alimentos, restaurantes u otros lugares que se almacenen cierta cantidad, está indicado conservar si es posible la trenza o ristra para que no se reblandezcan. Si se opta por separar los dientes, se pueden conservar los ajos sin pelar en un bote con agujeros o pelados en un bote de cristal en el frigorífico y cubiertos de aceite, que además de conservarlos bien, aromatiza el aceite que se puede usar para aliñar diversos platos. Aunque resulte extraño, también se pueden congelar los dientes pelados, cerca de dos meses, aunque pierden sus propiedades culinarias. (B., 2003)

### **1.14 Propiedades nutritivas**

De la observación de los análisis bromatológicos de los ajos, se advierte su eminente aporte energético, como consecuencia de su riqueza en proteínas e hidratos de carbono, en comparación con el resto de verduras y hortalizas. Empero, la cantidad que se consume de ajos en cada plato no es equivalente a la de otras verduras. En consecuencia, el aporte nutritivo y energético de esta hortaliza es irrelevante. Todo esto a pesar de su riqueza mineral (potasio, fósforo, magnesio, zinc y yodo) y vitamínica, en la que destaca el contenido de vitaminas del grupo B, como la B1, B3, B6 y con cantidades discretas de vitamina C y E.

En realidad, las propiedades salutíferas del ajo se deben a unos componentes de naturaleza azufrada (compuestos sulfurados) presentes en su composición. El principal precursor del aroma del ajo es la aliina, un compuesto volátil inactivo e inodoro. Cuando se tritura o se corta el ajo, la aliina se transforma en alicina, compuesto determinante del característico olor de los ajos. (PENELO, 2018)

### **CUADRO N° 3 Propiedades nutritivas del ajo**

Composición por 100 gramos de porción comestible	
Potasio (mg)	446
Vitamina B1 (mcg de eq. De retinol)	0,16
Vitamina B2 (mcg de eq. De retinol)	0
Magnesio (mg)	0
Energía (Kcal)	4,5
Agua en (ml)	70
Yodo (mcg)	1,2
Hidratos de carbono (g)	29,4
Vitamina B6 (mg)	0,32
Proteínas (g)	0,20
Fibra (g)	120
Mcg = microgramos (millonésima parte de un gramo)	

#### **1.15 Beneficios del ajo científicamente comprobados**

El ajo contiene un compuesto llamado alicina, el cual tiene potentes propiedades medicinales.

La mayoría de los efectos que aporta a la salud se deben a uno de los compuestos de azufre que se forma cuando se pica, machaca o se mastica un diente de ajo. Este compuesto es conocido como alicina y es el responsable del distintivo olor del ajo.

La alicina entra en el cuerpo a través del aparato digestivo y viaja por todo el cuerpo, donde emplea sus potentes efectos biológicos.

El ajo posee un alto valor nutritivo, y a la vez contiene muy pocas calorías, pero es muy rico en vitamina C, vitamina B6 y manganeso. Además, también contiene pequeñas cantidades de otros nutrientes.

El ajo contiene antioxidantes que pueden ayudar a prevenir el Alzheimer y la demencia. La oxidación causada por los radicales libres contribuye al proceso de envejecimiento. Contiene antioxidantes que sostienen los mecanismos de protección del cuerpo contra la oxidación. Se ha demostrado que las dosis elevadas de suplementos de ajo aumentan las enzimas antioxidantes del ser humano, además de reducir considerablemente el estrés oxidativo en personas con hipertensión.

El ajo mejora los niveles de colesterol, lo que puede disminuir el riesgo de enfermedades cardíacas. Para aquellas personas con colesterol alto, los suplementos de ajo pueden reducir el colesterol total y/o LDL aproximadamente en un 10-15 %. Tras analizar el colesterol LDL (el “malo”) y el HDL (el “bueno”), parece que el ajo puede reducir el LDL pero no se observan efectos eficaces en el HDL .

Los compuestos activos del ajo pueden reducir la presión sanguínea. Las enfermedades cardiovasculares, como los infartos o los derrames cerebrales, son las que más muertes causan en el mundo. La presión sanguínea elevada, o hipertensión, es una de las causas más importantes de estas enfermedades.

(BONAVERI, 2009).

### **1.16 ÉPOCA DE SIEMBRA**

La época de siembra está dada por una relación muy estrecha entre la variedad y localidad en todo caso, ya que en épocas muy tempranas no resulta este cultivo con buenos rendimientos y económicamente significa tener al cultivo más tiempo en el lugar, siembras tardías resultan normalmente en bulbos más pequeños, ya que puede haber un desarrollo muy pobre en la formación del bulbo y por otro lado las temperaturas relativamente altas posteriores inducen una maduración rápida.

En la zona del departamento de Tarija (Iscayachi), el cultivo del ajo se siembra en invierno en los meses de junio, julio y hasta mediados de agosto.

## **1.17 ELECCIÓN DEL MATERIAL Y PROPAGACIÓN**

### **1.17.1 Selección de la semilla (bulbo)**

Se selecciona la semilla, según su tamaño, peso y apariencia. Según Zúñiga y Brenes (2013), la semilla de ajo se puede categorizar en: Primera: 6,35 cm. de diámetro y 53 g. de peso, aproximadamente. Segunda: 5 cm. de diámetro y 30 g. de peso, aproximadamente. Se recomienda sembrar los dientes de la corona o del exterior de la cabeza de ajo. Únicamente seleccionando dientes grandes, bien formados, sanos, firmes y enteros. (ZUÑIGA, 2013)

### **1.17.2 Preparación de la semilla**

El ajo se caracteriza por tener un periodo de dormancia (periodo fisiológico, en el que el ajo aún no brota; pero se mantiene vivo). Para cortar la dormancia de la semilla se recomienda:

- a. Desgranar la cabeza y seleccionar los dientes de primera.
- b. Es muy importante colocar los dientes con el punto apical hacia arriba.
- c. Colocar los cajones en un lugar oscuro, con buena aireación y protegidos de humedad, hasta que emerjan los brotes. (ZUÑIGA, 2013)

### **1.17.3 Preparación del terreno**

Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación, éstas deben dejar el terreno mullido y esponjoso en profundidad. Consistirán en una labor de arado profunda (30-35 cm) seguida de 2 ó 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterrarán los abonos orgánicos.

### **1.17.4 Siembra de la semilla**

La distancia de siembra del cultivo es de 10 cm. entre dientes y de 25 cm. entre filas, requiriendo 40 dientes por metro cuadrado. Al momento de la siembra se recomienda inocular el suelo con microorganismos benéficos (MM, Trichoderma, entre otros). Incorporar abono orgánico de calidad al suelo, como el lombricompost, bocashi, compost, harinas de roca, diatomeas, fosfitos y carbonato de calcio, como fuente de minerales. Sembrar en luna menguante, de ser posible

### **1.17.5 Cobertura del suelo**

En las primeras semanas del cultivo es vital el control de arvenses. Para ayudar en esta práctica se recomienda agregar cobertura al suelo y acompañar con la inoculación de microorganismos de montaña (MM). Se recomienda realizar esta práctica al mes de la siembra, una vez el ajo supera los 15 cm. de altura y posterior a una deshierba manual, en caso de ser necesario.

(POMAREDA, 2019)

## **1.18 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **1.18.1 ENFERMEDADES**

#### **Roya o polvillo:**

Es causado por el hongo *Puccinia porri* (sin *P. allii*). En las hojas y los tallos la roya se presenta en forma de pústulas alargadas de color anaranjado a lo largo de las venas las que posteriormente se tornan negras en las hojas viejas. En ataques severos las hojas se tornan cloróticas y mueren. El tipo más susceptible es el ajo chino.

#### **Moho Azul causado por *Penicillium hirsutum* (sin *P. corymbiferum*):**

Afecta en las diferentes etapas de desarrollo del ajo y en almacenamiento. Los síntomas se caracterizan por el desarrollo de un moho o polvillo azul verdoso en los bulbillos, que aparece sobre lesiones necróticas. Estas lesiones son de color café claro, hundidas y son visibles al sacar la túnica protectora.

El daño en los bulbos afectados se presenta como una deshidratación. Después de la plantación la enfermedad se manifiesta en forma de pudrición, por lo que algunas

Plantas no llegan a emerger. Las que lo logran muestran amarillez generalizada, escaso desarrollo y marchites.

#### **Nematodo el tallo y bulbos (*Ditylenchus dipsaci*):**

Organismo que no se ve a simple vista. La semilla infestada pierde su color natural desde la base a la punta y cuando la infestación es severa el tallo verdadero se ve

carcomido. Los bulbos presentan su base necrosada y aspecto corchoso. Las plantas atacadas, presentan un menor desarrollo y al tirarlas de las hojas, parte del tallo queda en el suelo. El **control en la semilla** es importante.

### 1.19 PLAGAS

**Thrips de la cebolla (*Thrips tabaci*) y Trips de California (*Frankiniella occidentalis*):**

Son plagas que frecuentemente se presentan en el cultivo. El insecto se establece en las axilas de las hojas y se reconoce porque las ninfas a pesar que son pequeñas, se ven a simple vista, de color blanco cremoso, sin alas y los adultos de mayor tamaño los que tienen un color café claro y con alas con flecos. El trips raspa las hojas provocando un aspecto plateado. Para determinar el momento de control es importante hacer un **monitoreo con trampas de color amarillo** o azul. En el cuadro se pueden apreciar los productos recomendados para el control de esta plaga.

Se recomienda usar por lo menos 600 l de agua por hectárea.

**Ácaro de los bulbos de ajo (*Eriophies tulipae*):**

Es un insecto que mide entre 2 mm a 2.5 mm. Ataca a los tejidos especialmente aquellos en crecimiento durante el almacenamiento o en la brotación provocando una pérdida de un 20 % por daño en los brotes apicales. Las hojas que logran emerger son cloróticas y enrolladas. El control sólo se justifica a los bulbos en bodega.

**Ácaro de los bulbos (*Rhizoglyphus echinopus*):** Ataca además a la cebolla, gladiolo y productos almacenados, infestando los bulbos en el campo y en almacenamiento. Daña el disco basal o tallo verdadero produciendo bulbos partidos. No tiene control químico, sólo se debe realizar una rotación adecuada (CAMPOS, 2020)

### 1.20 Recolección

El momento justo de la cosecha corresponde a la completa desecación de las hojas, realizando el arranque de las cabezas con buen tiempo. Adelantar en exceso el momento de recolección produce disminución de la cosecha y pérdida de calidad. En

terrenos sueltos los bulbos se desenterrarán tirando de las hojas, mientras que en terrenos compactos es conveniente usar palas de punta.

Las plantas arrancadas se dejarán en el terreno durante cuatro a cinco días (siempre que el clima lo permita) y posteriormente se trasladan en carretillas a los almacenes de Clasificación y trenzado. A medida que se vayan recogiendo los bulbos se deberá limpiar la tierra que tengan adherida.

Si la recolección se destina para la semilla, la recolección se realiza con la planta totalmente madura. Después de la recolección y durante el período de selección, se irán apartando los bulbos mejor conformados, sanos y aquellos que respondan totalmente a las características de la variedad cultivada. A continuación, se trenzarán y las trenzas se colocarán bajo techo, en lugar bien seco y ventilado. Para sembrar una hectárea se necesitan alrededor de 700 kg de bulbillos.

### **1.21 Comercialización.**

Una vez que los bulbos están limpios se seleccionan y se clasifican por calibres, después se envasan en cajas de madera o de cartón de 10 kg o bien en bolsas o sacos de malla (desde 0.5 a 20 kg según los gustos del cliente) y finalmente se etiquetan de acuerdo con la normativa vigente y el mercado al cual va dirigido el producto (CAMPOS, 2020)

Clasificación para la venta

#### **CUADRO N° 4 Clasificación para la venta**

Tamaño	Diámetro en mm
1° extra	45 a 60
2° mediano	30 a 45
3° menudo	Menor a 30
4°	Ajo deforme de todos los tamaños

Fuente propia, los ajos para la venta deben estar bien descolados y bien cortado el tallo (2022).



## CAPÍTULO II

### 2 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Localización

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de San Antonio (Iscayachi). Segunda sección de la provincia Méndez municipio el Puente del departamento de Tarija, a 55 km al noroeste de la capital.

##### 2.1.1 Ubicación

Con una ubicación geográfica de latitud -21.333333 y una longitud -65.116667 a una altura de 2989 m.s.n.m.

##### 2.1.2 Condiciones Edafoclimáticas

##### 2.1.3 Características climáticas

El ajo es un cultivo que prefiere los climas fríos los climas anuales del cantón de Iscayachi por año son de: máximas: 16°C; mínimas: 1°C.

##### 2.1.4 Características del suelo

El suelo presenta una textura franca arcillo arenoso, con una topografía ligeramente ondulada alrededor del 1 a 2% de pendiente.

##### 2.1.5 Fertilizantes:

En este trabajo de investigación se utilizó abonos orgánicos y químicos para complementar los requerimientos nutritivos del cultivo.

##### 2.1.6 Características Agroecológicas

##### 2.1.7 Vegetación

- Pinos(*pinus* )
- Churqui (*vachellia aroma*)
- Sauce (*salix babylonica*)

- Olmo (*Ulmus americana* L.)
- Nogal (*juglans regia*)

### 2.1.8 Agricultura

- Ajo(*allium sativum*)
- Papa(*solanum tuberosum*)
- Zanahoria (*daucus carota*)
- Haba ( *vicia faba*)
- Arveja ( *pisum sativum*)
- Oca ( *oxalis tuberosa*)

### 2.1.9 Suelos

Los terrenos de cultivo, que conforma planicies aluviales y coludió aluviales, Iscayachi y Curqui.

### 2.1.10 Topografía

La forma predominante del paisaje es ondulado y escarpado, las cuentas de los ríos, presentan esta diversidad de paisaje.

## 2.2 MATERIALES

### 2.2.1 Material vegetal

En este trabajo de investigación se empleó dos variedades de ajo con tres densidades de siembra y se verá el rendimiento.

V1= Variedad Cron (ajo guindo)	V2 =Variedad gran Fuego Inta
--------------------------------	------------------------------

### 2.2.2 Materiales de campo

Azadón	Pala	Letreros	Cámara fotográfica	Mochila fumigadora	Motobomba de agua	Cinta métrica	Libreta de campo
--------	------	----------	-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------	------------------------

Tractor	Estacas	Arado	Tubos	Balanza	Bolsas	Vernier	
---------	---------	-------	-------	---------	--------	---------	--

### 2.2.3 Material de escritorio

- Computadora Impresora

#### Insumos

- Semillas de ajo(variedad cron o morado y gran fuego inta)
- Insecticida
- Fungicidas
- Fertilizante orgánico estiércol de vaca
- Fertilizante inorgánico ( DIFOSFATO DIAMONICO 18-46-00)

## 2.3 METODOLOGÍA

### 2.3.1 Especificación del Diseño Experimental

En el presente trabajo se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial de 2\*3 con 6 tratamientos y 3 repeticiones obteniendo así un total de 18 unidades experimentales.

### 2.3.2 Factores de estudio

Evaluación de rendimiento de dos variedades de ajo (*allium sativum* l.) con tres densidades de siembra EN LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO CANTON DE ISCAYACHI

#### Factor variedades de ajo

Variedad Cron (Ajo morado) = V1

Variedad Gran Fuego Inta(Ajo guindo) = V2

#### Factor densidad de siembra

D1: distancia de planta a planta 0,6 cm.

D2: distancia de planta a planta 0,9 cm.

D3: distancia de planta a planta de 12 cm.

## 2.4 Tratamientos

**CUADRO N° 5 Combinación de tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Combinación</b>	<b>Descripción</b>
T1	V1 x D1	Variedad Cron(Ajo morado), Distancia de 6cm.
T2	V1 x D2	Variedad Cron(Ajo morado), Distancia de 9cm.
T3	V1 x D3	Variedad Cron(Ajo morado), Distancia de 12 cm.
T4	V2 x D1	Variedad Gran Fuego INTA, Distancia de 6 cm.
T5	V2 x D2	Variedad Gran Fuego INTA, Distancia de 9 cm.
T6	V2 x D3	Variedad Gran Fuego INTA, Distancia de 12 cm.

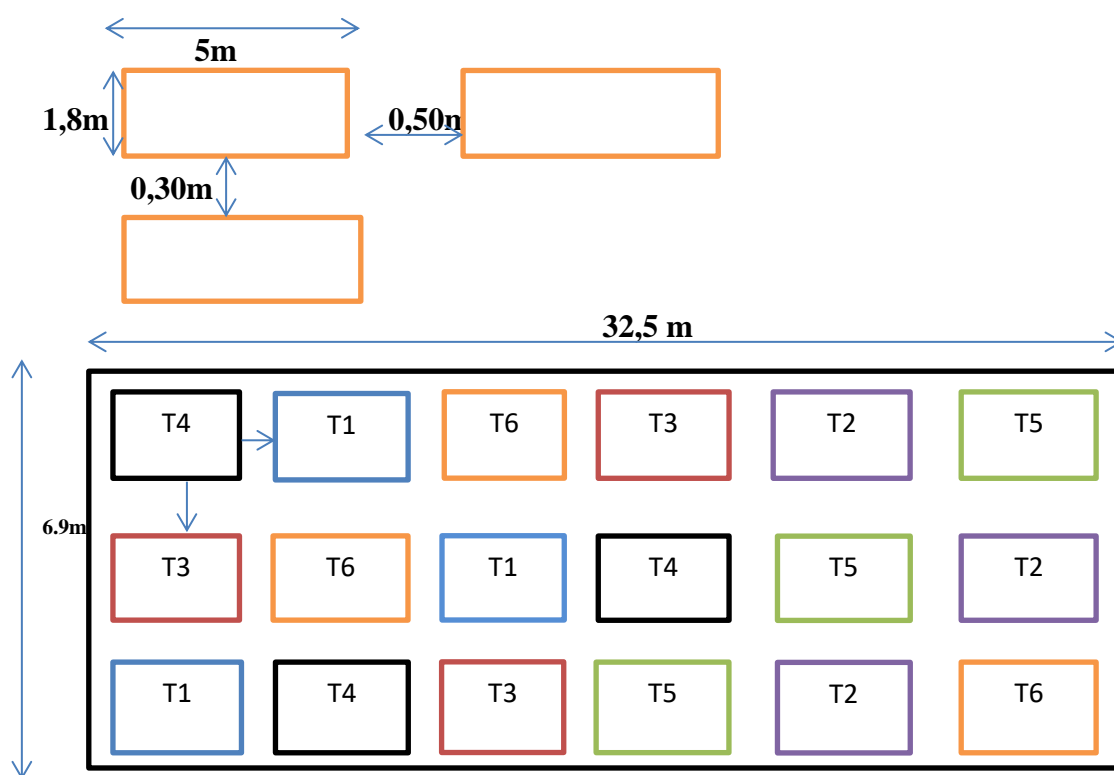
## 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

### 2.5.1 UNIDAD EXPERIMENTAL

En este caso para realizar la siembra del Ajo se hizo en tablonces o bloques con un ancho de tablón de  $1,80 \text{ m}^2$  y con un distanciamiento entre tablonces o bloques de  $0.30 \text{ m}$ , el área total del ensayo fue de  $224,25 \text{ m}^2$ , número de plantas en el ensayo  $5148$ , el área por parcela es de  $6 \text{ m}^2$ , el número de plantas por parcela es de, el distanciamiento entre planta y planta es de  $0.6; 0.9; 0.12 \text{ m}$ , el distanciamiento entre surcos es de  $0.30 \text{ m}$ .

Numero de tratamientos.....	6
Numero de repeticiones.....	3
Numero de surcos por parcela.....	6
Distancia entre bloque.....	0.50m
Largo del surco.....	5m,
Ancho de la parcela .....	1,80m
Distancia entre surcos.....	0,30
Distancia entre plantas.....	0,6-0,9-0,12
Ancho total del ensayo.....	6,9m
Largo total del ensayo.....	32,5m
Superficie por tratamiento o parcela.....	9m <sup>2</sup>

## 2.6 Diseño de campo



## 2.7 Manejo específico del experimento o procedimiento de campo

### 2.7.1 Requerimiento de NPK del cultivo de ajo

Otro aspecto que resulta fundamental es el conocimiento de la demanda nutrimental del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas. A este respecto, aquí se muestra las extracciones totales de los principales elementos nutritivos para producir 10 toneladas de ajo por hectárea, reportadas por Burba (1992).

#### CUADRO N° 6 Requerimientos de NPK del ajo

Cultivo	Requerimiento esperado en Ton /ha	Nitrógeno Kg/ha	Fósforo Kg/ha	Potasio Kg/ha
Ajo	10	100-250	15-50	70-170

(INFOAGRO, 2020)

## 2.8 Análisis de suelo

Se procedió a tomar 20 sub muestras aplicando el método zigzag, luego se mezcló todas las sub muestras para tener una muestra homogénea y representativa de 1 kg de suelo a una profundidad de 25 cm del área experimental, una vez la muestra se llevó al laboratorio de suelos del SEDAG (Servicio Departamental Agropecuario) del departamento de Tarija.

### 2.8.1 Resultados del análisis del suelo

**CUADRO N° 7 Resultados de análisis de suelo**

Prof. cm.	Ph	C.E. mmhos/cm	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	MO %	NT %	P Olsen ppm	Da g/cc	A %	L%	Y %	TEXTURA
20	6,65	0,061	6,35	4,10	0,70	2,47	0,12	1,68	1,31	63,00	15,00	22	FYA

Fuente: laboratorio de SEDAG

#### DATOS

CE Conductividad Eléctrica

MO Materia Orgánica

NT Nitrógeno Total

P Fósforo Asimilable

K Potasio intercambiable

Ca calcio intercambiable

Mg magnesio intercambiable

### CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL SUELO

$\text{NH}_4^+ = 64,76 \text{ Kg/ha}$

$\text{P}_2\text{O}_5 = 10 \text{ kg/ha}$

$\text{K}_2\text{O} = 311,6 \text{ KG/ha}$

Los requerimientos de nutrientes del cultivo de ajo en NPK.

La dosis o cantidad de fertilizantes se aplicó restando lo que requiere el cultivo y lo que tiene el suelo.

Se tomó en cuenta el requerimiento más elevado y se utilizó los fertilizantes más empleados en el comercio. (FOSFATO DIAMÓNICO 18-46-00)

#### CUADRO N° 8 Aporte de abono al suelo

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Requerimiento del cultivo	250	50	170
Contenido del suelo	64,76	10	311,6
Aporte al cultivo	185,4	40	-141,6

Para una hectárea de ajo se requiere, 225kg de (18-46-00) FOSFATO DIAMÓNICO en cuanto al abono orgánico requiere 20tn/ha, para el abonado de los 183 m<sup>2</sup> se aplicó por dos ocasiones el di fosfato di amónico cada aplicación de 5 kg. Mientras que el abono orgánico se agregó a la preparación del terreno una cuarta parte de una tonelada (0,3 ton).



## **2.9 LABORES CULTURALES**

### **2.9.1 Preparación terreno**

La preparación del terreno se realizó unas 2 semanas antes de la siembra primeramente con el regado del terreno por unas 2 veces y para luego incorporar el abono orgánico en montones y por varias partes del terreno para luego expandir ya sea con pala, posterior a esto se realizó la rastrillada con unas 3 pasadas y así terminando la preparación. La preparación del terreno se lo realizó en fecha 20 de mayo de 2022.

### **2.9.2 Delimitación del área de estudio**

Con el empleo de flexómetro, y estacas se procedió a delimitar las 18 parcelas divididas respectivamente al azar.

### **2.9.3 Siembra**

Luego de adquirir la semilla se procedió a seleccionar los bulbos y a clasificar los dientes posteriormente se procedió a desinfectar la semilla con un producto químico llamado maxin 5 cucharadas para 20 litros de agua. La desinfección se lo realizó unas horas antes de la siembra y luego se procedió a sembrar un diente de acuerdo a la distancia ya decidida a una profundidad de 4 a 5 cm de profundidad

La siembra se la realizó el 4 de junio de 2022.

### **2.9.4 Aplicación de fertilizante a la siembra y al aporque**

La aplicación de fertilizante se realizó antes y en la siembra, el orgánico estiércol de vaca se agregó antes de la siembra en el momento de la preparación del terreno y posterior el abono químico fosfato Diamónico. Agregando el 50% agregando cuando la plantita tenía unas 3 hojas.

Se le aplicó el fertilizante orgánico el 20 de mayo y el químico entre el 4 de agosto.

### 2.9.5 Riego

El regado del cultivo se aplicó a partir de los 30 días después de la siembra una vez que ha nacido el ajo se empezó con el riego con un intervalo de 8 a 10 días, El 10 de julio se empezó con el primer riego y de ahí cada semana hasta el mes de noviembre concluyendo con el último riego el 25 de noviembre.

### 2.9.6 Desmalezado o escarda

El desmalezado se realizó a los 80 días a los 110 y la última a los 140 días 5,10El 25 de agosto fue el primer desmalezado, el 28 de septiembre el segundo y el último fue el 5 de noviembre.

### 2.9.7 Aporcar

La aporcada se realizó al finalizar de cada desmalezada respectivamente, el segundo a los 80 días después de la siembra se le agregó el otro 50% de abono químico. El 25 de agosto.

### 2.9.8 Control fitosanitario

Para prevenir enfermedades fúngicas y plagas se aplicó:

CRBOFOR.

**Dosis:** 8 cucharadas en 20 litros de agua se le aplico, después de realizar el colocado del bulbillo en el surco o después de la siembra.

- AMISTAR TOP, se le aplicó para la enfermedad del moho azul causado por penicillium.

**Dosis:** 1.5 cucharadas para 20 litros de agua. 30 de septiembre

- KARATE Y METOMIL 90, se le aplicó para la podredumbre y el gusano en el bulbo.

**Dosis:**

Ambos se agregaron a razón de 2 cucharadas para 20 litros. El 11/10/22

El 21 de octubre al ver que no pudo controlar la pudrición y el gusano se trajo muestra al laboratorio de semillas de la facultad en donde con la ayuda del

profesor guía se pudo identificar la presencia de nematodos en el cultivo para lo cual lo recomendable fue aplicar CARBO-FOR 4 FW.

Dosis: 8 cucharadas para 20 litros de agua.

#### **2.9.9 Destallado**

El destallado se lo realizó a mediados y a fines de noviembre el destallado se lo realizó dos veces como mínimo. 17 de noviembre y el 30 de noviembre.

#### **2.9.10 Cosecha**

La cosecha se realizó el 15 de diciembre de 2022 a los 195 días (6 meses y 10 días); se realizó de forma manual, arrancando las plantas y eliminado todos los restos de suelo que pudieran tener los bulbos, para no influir en los pesos obtenidos en los diferentes tratamientos. Se cosechó tratamiento por tratamiento y se amarraron las plantas identificándolas en cada tratamiento y se lo dejó secar durante 15 días para luego poder realizar el corte del tallo y realizar el descolado o el corte de la raíz.

#### **2.9.11 Manejo Post cosecha**

**Secamiento** Esto se realizó para que el ajo pierda la mayor parte de su humedad, logrando prolongar la vida útil. Para ese se los colocó en un caballete de construido de malla metálica con una buena ventilación durante 15 días.

#### **2.9.12 Toma de datos (variables agronómicas)**

Los datos se tomaron en el tiempo establecido para cada una de las variables, los cuales se registraron en una libreta de campo o para luego establecer el comportamiento de cada tratamiento con relación a los factores en estudio.

**Altura de la planta** Se evaluó la altura a los 115 días después de la siembra, cuyos datos fueron tomados del cuello de la raíz hasta el ápice de las plantas; los cuáles se expresaron en centímetros (cm).

### **2.9.13 Toma de datos (variables de rendimiento)**

**Diámetro del bulbo** En la cosecha, con un calibrador pie de rey se midió el diámetro ecuatorial de 10 bulbos los cuales fueron obtenidos de 10% de plantas tomados al azar de cada parcela, datos que fueron expresados en centímetros (cm).

**Número de dientes o bulbillos por bulbo** En este caso del mismo 10% de plantas tomado al azar para el diámetro de cada parcela se procedió a contar los dientes o bulbillos de cada bulbo.

**Rendimiento** Se estableció en base a la producción de bulbos por unidad experimental, los cuáles fueron pesados por cada tratamiento, datos fueron expresados en kg/ha.

### **2.9.14 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO**

La relación B/C se obtuvo sumando todos los ítems utilizados durante todo el proceso del cultivo, desde la siembra hasta la comercialización.

Se presenta de forma detallada en el cuadro número 30 donde se observa lo que se invierte y la ganancia que se obtiene.

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ALTURA DE LA PLANTA EN CM.

El resultado de la altura de la planta se presenta a continuación.

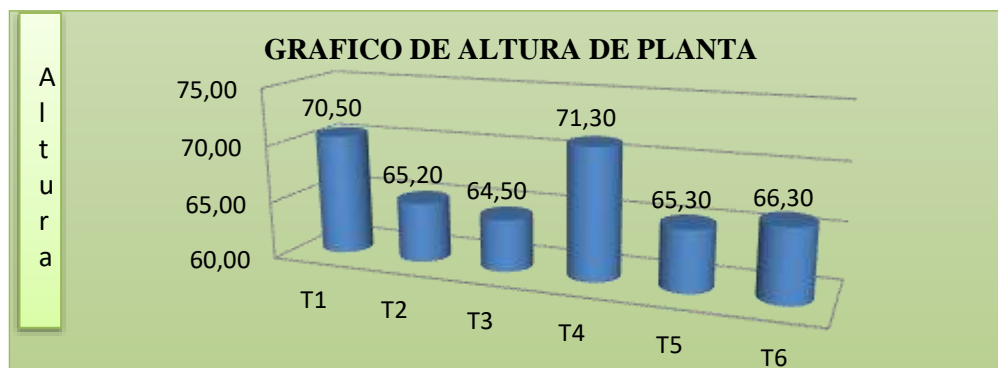
##### 3.1.1 ALTURA DE LA PLANTA A LOS 115 DÍAS (CM)

**CUADRO N° 9** Altura de la planta

Tratamientos	Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1	70,50	72,50	63,20	206,20	70,50
T2	66,30	63,50	65,20	195,00	65,20
T3	69,50	61,30	64,50	195,30	64,50
T4	71,30	67,70	72,40	211,40	71,30
T5	60,50	65,30	69,50	195,30	65,30
T6	59,70	72,50	66,30	198,50	66,30
SUMA	397,80	402,80	401,10	1201,70	

Como se puede observar en el cuadro n° 11 el tratamiento donde se obtuvo una mayor altura de la planta fue el tratamiento 4 con 71,30 cm y donde se obtuvo una menor altura fue en el tratamiento 2 con 65,20 cm.

**GRÁFICO N° 1** Altura de la planta



El gráfico 1 indica que la mejor altura promedio de la planta a los 115 días, se obtuvo con el tratamiento T4 (V2= Gran Fuego Inta, con una densidad de 0,6cm) con 71,30 cm. Seguido del tratamiento T1 (V1D1) variedad cron ; con una altura de 70,50 cm ; y posterior seguidos los tratamientos, T6 (V2D3); T5 (V2D2); con alturas de 66,30 y 65,30 respectivamente y ocupando los

últimos lugares los tratamientos T2(v1D2) y T3(V1D3) con alturas de 65,20 y 64,50 cm de altura.

### 3.1.2 INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES Y DENSIDADES PARA LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 115 DÍAS (CM)

**CUADRO N° 10 Interacción altura**

factor V variedad	factor D densidad			Suma	Media
	D1	D2	D3		
V1	206,20	195,00	195,30	596,50	65,20
V2	211,40	195,30	198,50	605,20	67,7
Suma	417,60	390,30	393,80	1201,70	
media	67,90	66,50	65,75		

Según el cuadro 11 se puede indicar que la mayor altura de las plantas a los 115 días se obtuvo con la variedad gran Fuego Inta con un promedio de altura de 67,7 cm/planta, y la variedad Cron con un promedio de 65,20 cm/planta.

De igual manera se establece que la mayor altura promedio de la planta a los 115 días se obtuvo con la densidad D1 (Densidad de 0,6 cm) con un promedio de 67,90 cm/planta.; y con una altura menor promedio la densidad D3 (Densidad de 0,12cm) con 65,75cm/planta.

### 3.1.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 115 DÍAS E INTERACCIÓN VARIEDADES Y DENSIDADES

**CUADRO N° 11 Anova**

ANOVA						
FV	GL	SC	CM	F cal	F tab	
					5%	1%
<b>Bloques</b>	2,00	2,15	1,08	0,02NS	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Tratamientos</b>	5,00	79,78	15,96	0,37NS	<b>5,05</b>	<b>10,97</b>
<b>Factor V</b>	1,00	4,21	4,21	0,10NS	<b>6,61</b>	<b>16,26</b>
<b>Factor D</b>	2,00	73,55	36,78	0,84NS	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Int (VxD)</b>	2,00	2,02	1,01	0,02NS	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Error</b>	<b>5,00</b>	<b>218,51</b>	<b>43,70</b>			
<b>Total</b>	<b>17,00</b>	<b>300,44</b>				

CV= = 9,90

NS = No es significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

En el análisis de varianza no se encuentran diferencias significativas entre bloques, tratamientos, variedades e interacción en cuanto al altura promedio de las plantas a los 115 días.

#### 3.1.4 Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación en la variable de altura de la planta en el análisis de varianza no se encontraron diferencias en ninguno de los tratamientos, pero la mayor altura de la planta se obtuvo en el T1 Y T4 con (70,50; 71,30 cm) como se puede comparar con otra investigación de "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum*,liliaceae) CON TRES

NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA COMUNIDAD DE SANTA ANA DE AGUA RICA (ISCAYACHI). Por (CRUZ, 2017) . No encontró diferencias significativas, pero obtuvo la mayor altura de (66,9cm, 73,5cm)

### 3.2 DIÁMETRO PROMEDIO DE BULBO EN CM

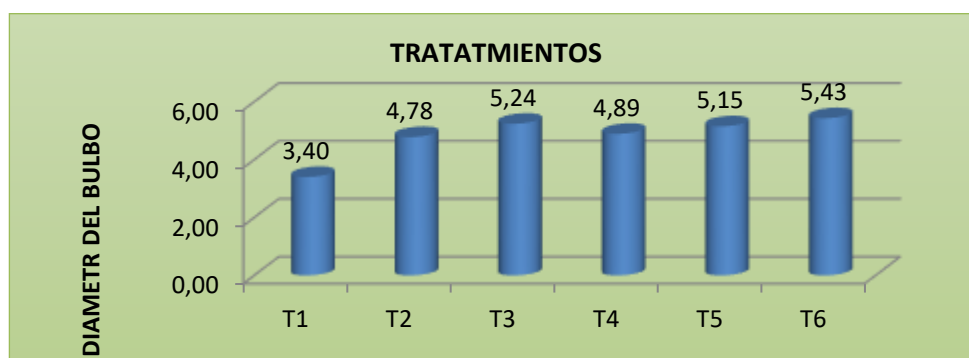
El resultado de diámetro se presenta a continuación.

CUADRO N° 12 Diámetro del bulbo

Tratamiento	Bloques			Suma	media
	I	II	III		
T1	3,40	3,20	4	14,04	4,66
T2	4,61	5,15	4,78	14,54	4,78
T3	4,32	5,49	5,24	15,05	5,24
T4	4,89	5,34	5,15	15,38	5,15
T5	5,15	4,98	5,37	15,62	5,27
T6	5,87	5,43	5,29	16,59	5,43
SUMA	29,44	31,29	30,49	91,22	

El cuadro n° 14 el mejor diámetro de bulbo se obtuvo en el tratamiento 6 con 5,43 cm, y el menor diámetro de bulbo se obtuvo en el tratamiento 1 con 4,66 cm.

GRÁFICO N° 2 diámetro de bulbo



En el gráfico 2 se puede indicar que el mejor diámetro promedio de bulbo se obtuvo el tratamiento T6 (V2D3) VARIEDAD FUEGO INTA con un diámetro de 5,43 cm. Seguido del tratamiento T3 (V2D2) con un diámetro de 5,24 cm, y seguidos de los tratamientos T5 (V1D3) Y T4 (V1D1) con diámetros de 5,15y 5,15 cm.



### 3.2.1 INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES Y DENSIDADES PARA EL DIÁMETRO DEL BULBO EN (CM).

**CUADRO N° 13 Interacción diámetro**

factor V	factor D			Suma	Media
	D1	D2	D3		Media
V1	10,60	14,54	16,37	41,51	4,78
V2	13,02	15,62	15,81	44,45	5,15
Suma	23,62	30,16	32,18	85,96	
Media	5,07	4,82	5,20		

Según el cuadro 14 se puede indicar que el mayor diámetro de bulbo se obtuvo con la variedad V2= FUEGO INTA con un promedio de bulbo de 5.27 cm/bulbo. Y con la variedad cron con un promedio de 4,90 cm/bulbo.

De igual manera se establece que el mejor diámetro promedio de bulbo se obtuvo con la densidad D3 (densidad de 0,12 cm), y con un promedio menos las densidades D2, D3 con promedios iguales de 5,07 cm/bulbo.

### 3.2.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL BULBO E INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y DENSIDADES

**CUADRO N° 14 Anova**

FV	GL	SC	CM	Fcal	0,05%	0,01%
<b>Bloques</b>	2	0,10	0,05	0,18	5,79	13,27
<b>Tratamientos</b>	5	7,38	1,48	5,20*	5,05	10,97
<b>Factor V</b>	1	1,55	1,55	5,45	6,61	16,26
<b>Factor D</b>	2	3,36	1,68	5,91*	5,79	13,27
<b>Int (VxD)</b>	2	2,47	1,24	4,36	5,79	13,27
<b>Error</b>	5,00	1,42	0,28			
<b>Total</b>	17,00	8,90				

NS = No es significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

Según el análisis de varianza para el diámetro del bulbo se encuentran diferencias significativas en cuanto a los tratamientos y también se encuentran diferencias significativas en cuanto a la densidad pero no se encuentra diferencias en los bloques, factor V, interacción VxD. Por lo tanto se realizó la prueba de Duncan.

CV= =10,44

### 3.2.3 PRUEBA DE DUNCAN

#### 3.2.3.1 TRATAMIENTOS

Calculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^{\circ}r}} = \sqrt{\frac{0,28}{3}} = 0,09$$

Ordenar medias (ascendente)

T1	3,40
T2	4,78
T4	4,89
T5	5,15
T3	5,24
T6	5,43

Calculo de límite de significancia

LS= q\*SX

tabla q5%	2	3	4	5	6
Q	3,64	3,74	3,79	3,83	3,83
SX	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
LS	0,3276	0,3366	0,3411	0,3447	0,3447

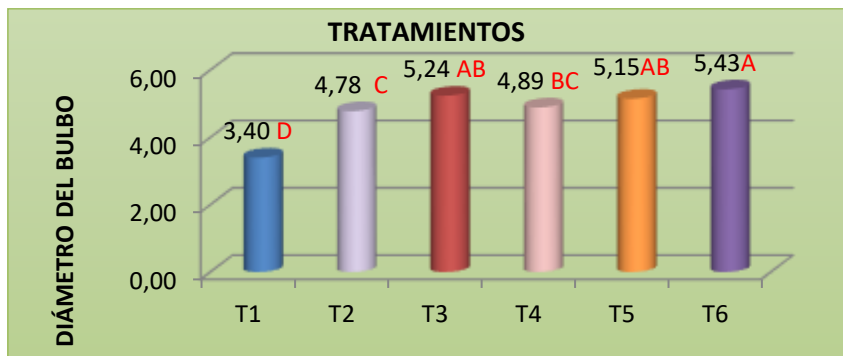
CUADRO N° 15 Interacción de medias o tabla de doble entrada

T6A	T3 AB	T5AB	T4BC	T2C	T1D
-----	-------	------	------	-----	-----

		5,43	5,24	5,15	4,89	4,78	3,40
T1	3,40	2,03*	1,84*	1,75*	1,49*	1,38*	NS
T2	4,78	0,65*	0,46*	0,37*	0,11NS	-	
T4	4,89	0,54*	0,09NS	NS	-		
T5	5,15	0,28NS	0,09NS	-			
T3	5,24	0,19NS	-				
T6	5,43	-					

**GRAFICO N° 3 Establecimiento de diferencias entre tratamientos**

T6	A
T3	AB
T5	AB
T4	BC
T2	C
T1	D



La prueba de Duncan muestra que si existe diferencia entre los tratamientos.

T4 (V2D1) 4,89 cm/bulbo  
T2 (V1D2) 4,78 cm/bulbo  
T1 (V1D1) 3,40 cm/bulbo

DIFERENTE

T6 (V2D3) 5,43 cm/bulbo  
T3 (V1D3) 5,24 cm/bulbo  
T5 (V2D2) 5,15 cm/bulbo

Variedades

V1= variedad Cron      V2= Fuego Inta

Densidad

D1= 0,6cm. ; D2= 0,9 cm. ; D3= 0,12 cm.

Existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T4, T2, T1 con un promedio de (3,40; 4,78; 4,89). Pero no hay diferencias entre los tratamientos T6, T3, T5, con un promedio de (5,43; 5,24; 5,15) cm/bulbo.

### 3.2.3.2 Densidad

Calculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^2r}} = \sqrt{\frac{0,28}{3}} = 0,09$$

Ordenar medias (ascendente)

D2	4,82
D1	5,07
D3	5,20

Cálculo de límite de significancia

LS= q\*SX

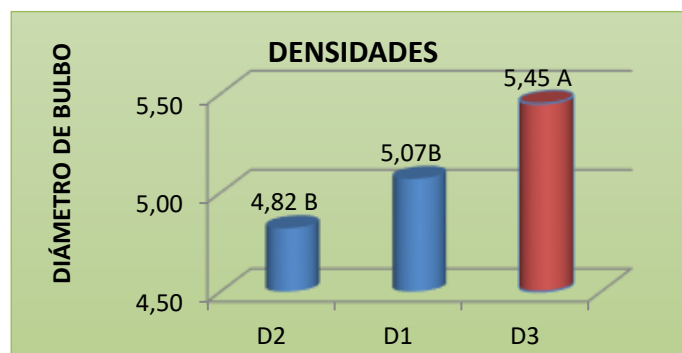
tabla q5%	2	3
Q	3,64	3,74
SX	0,09	0,09
LS	0,3276	0,3366

CUADRO N° 16 Interacción de medias o tabla de doble entrada

		D3A	D1B	D2B
		5,20	5,07	4,82
D2	4,82	0,63*	NS	NS
D1	5,07	0,38*		
D3	5,20	-		

#### GRÁFICO N° 4 Establecimiento de diferencias entre tratamientos

D3	A
D1	B
D2	B



Densidad

D1= 0,6cm. D2= 0,9 cm. D3= 0,12 cm.

La prueba de Duncan para el factor densidad nos muestra que existen diferencias estadísticas en cuanto a las densidades, la densidad D3=0,12 cm es diferente a las demás densidades D1 = 0,6 cm; D2=0,9 cm.

### 3.2.4 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación en la variable de diámetro del bulbo se puede observar que hay diferencia en cuanto a los tratamientos, siendo mejores los T3, T6 con 5,24; 5,43cm, como se puede comparar con otra investigación de “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum*,liliaceae) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA COMNIDAD DE SANTA ANA DE AGUA RICA (ISCAYACHI). Por (CRUZ, 2017) . Donde también mencionó en la investigación que encontró diferencia en los tratamientos y obtuvo promedios de diámetro de 5,10; 4,6; 4,5 cm/bulbo.

### 3.3 NÚMERO DE DIENTES POR BULBO

El resultado de número de dientes se presenta a continuación.

CUADRO N° 17 Número de dientes

Trat.	Bloques			Suma	
	I	II	III		
T1	9,00	9,00	9,00	27,00	9,00
T2	9,00	9,00	9,00	27,00	9,00
T3	11,00	11,00	11,00	33,00	11,00
T4	9,00	9,00	9,00	27,00	9,00
T5	9,00	9,00	11,00	29,00	10,00
T6	11,00	11,00	11,00	33,00	11,00
SUMA	58,00	58,00	60,00	176,00	

De acuerdo con el cuadro 15 se indica que el mayor número de dientes o bulbillos se obtuvo en los tratamiento T3 (V1D3), T6(V2D3) y T5(V2D2) con un promedio de 11 bulbillos por cabeza de ajo, Seguido de los tratamientos T1(V1D1),T2(V1D2) y T4(V2D1) con 9 bulbillos o dientes en cada bulbo.

### 3.3.1 INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES Y DENSIDADES PARA EL NÚMERO DE DIENTES POR BULBO

**CUADRO N° 18** Interacción de número de dientes

factor V variedad	factor D densidad			Suma	Media
	D1	D2	D3		
V1	27,00	27,00	33,00	87,00	9,00
V2	26,00	29,00	33,00	88,00	9,00
Suma	53,00	56,00	66,00	175,00	
Media	9,00	9,00	10,00		

Según el cuadro 16 se indica que en el caso de número de dientes ninguna de las dos variedades V1 = VARIEDAD CRON; V2= VARIEDAD FUEGO INTA es mayor que otra obteniendo con 9 dientes/bulbo.

En cuanto a las densidades existe diferencia, la densidad D3 es la que obtuvo un mayor número de dientes por cabeza con 10 dientes o bulbillos, y las demás densidades (D1, D2) con igual número de dientes 9 dientes o bulbillos.

**CUADRO N° 19** Anova

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,78	0,39	0,76	5,79	13,27
Tratamientos	5	16,28	3,26	6,37*	5,05	10,97
Factor V	1	0,06	0,06	0,11	6,61	16,26
Factor D	2	15,44	7,72	15,11**	5,79	13,27
Int (VxD)	2	0,78	0,39	0,76	5,79	13,27
Error	5,00	2,56	0,51			
Total	17,00	19,61				

CV= 7,30

NS = No es significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

Según el análisis de varianza no se encuentra diferencias significativas entre bloques, factor variedad e interacción de variedad y densidad.

De acuerdo al análisis de varianza se puede indicar que si hay diferencia alta mente significativa para el factor densidad y diferencia significativa para los tratamientos.

Por la variación que existe se realiza la prueba de Duncan.

### 3.3.2 PRUEBA DE DUNCAN

#### 3.3.2.1 TRATAMIENTOS

Calculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^*r}} = \sqrt{\frac{0,51}{3}} = 0,17$$

Ordenar medias (ascendente)

T4	9,00
T1	9,00
T2	9,00
T5	10,00
T3	11,00
T6	11,00

Calculo de límite de significancia

$$LS = q * SX$$

tabla q5%	2	3	4	5	6
Q	3,64	3,74	3,79	3,83	3,83
SX	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
LS	0,6188	0,6358	0,6443	0,6511	0,6511

**CUADRO N° 20** Tabla de doble entrada o interacción de medias

		T6A	T3AB	T5C	T2D	T1D	T4D
		11,00	11,00	10,00	9,00	9,00	9,00
T4	9,00	2*	2*	1*	NS	NS	NS
T1	9,00	2*	2*	1*	-	-	-
T2	9,00	2*	2*	1*	-	-	-
T5	10,00	1*	1*	-	-	-	-
T3	11,00	NS	-	-	-	-	-
T6	11,00	-	-	-	-	-	-

**GRÁFICO N° 5** Establecimiento de diferencias entre tratamientos

tratamientos	medias
T6	11 <sup>a</sup>
T3	11AB
T5	10C
T2	9D
T1	9D
T4	9D



La prueba de Duncan muestra que si existe diferencia entre los tratamientos.

T1 (V1D1) 9 dientes/bulbo

T2 (V1D2) 9 dientes/bulbo

T4 (V2D1) 9 dientes/bulbo

T5 (V2D2) 10 dientes/bulbo

DIFERENTE

T6 (V2D3) 11 dientes/bulbo

T3 (V1D3) 11 dientes/bulbo

Variedades

V1= variedad Cron      V2= Fuego Inta

Densidad

D1= 0,6cm.    D2= 0,9 cm.    D3= 0,12 cm.



Se encuentra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T5 con promedio de 10 dientes/bulbo T1, T2, T4 con 9 dientes/bulbo, y no existe diferencia entre el T6, T3 con 11 números de dientes/bulbo para cada uno.

### 3.3.2.2 DENSIDAD

Cálculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^{\circ}r}} = \sqrt{\frac{0,51}{3}} = 0,17$$

Ordenar medias (ascendente)

D1	9,00
D2	9,00
D3	10,00

Calculo de límite de significancia

$$LS = q * SX$$

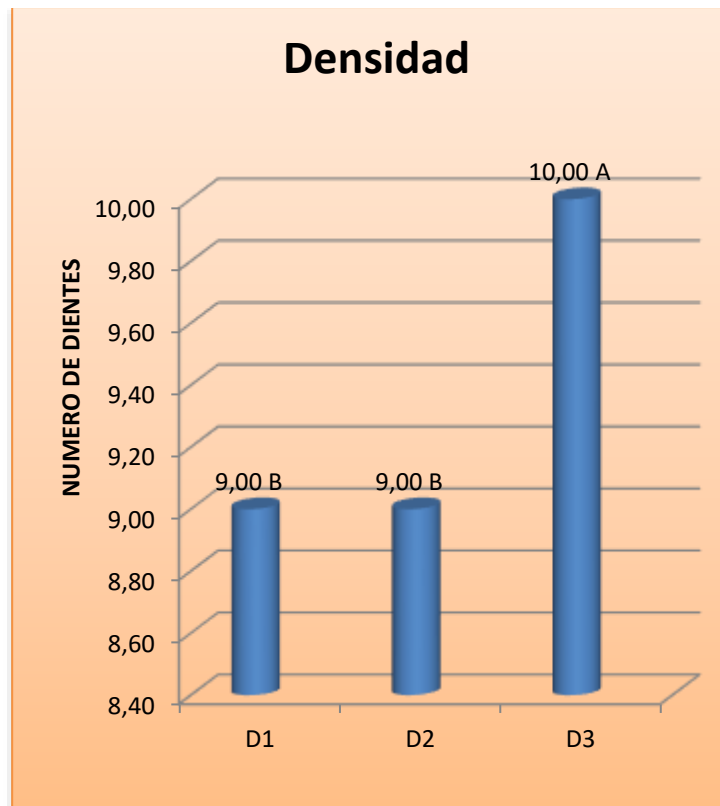
tabla 5%	2	3
Q	3,64	3,75
SX	0,17	0,17
LS	0,6188	0,6375

CUADRO Nº 21 Tabla de doble entrada o interacción de medias

		D3	D2	D1
		10,00	9,00	9,00
D2	9,00	1*	NS	NS
D1	9,00	1*	-	
D3	10,00	-		

**GRÁFICO N° 6 Establecimiento de diferencias entre tratamientos**

D3	A
D2	B
D1	B



### Densidad

D1= 0,6cm. D2= 0,9 cm. D3= 0,12 cm.

En la prueba de Duncan para el factor densidad de la variable de número de dientes, dice que la densidad D3 que está a 0,12 cm de planta a planta es diferente estadísticamente con respecto a las demás densidades con un promedio de 10 bulbillos o dientes por bulbo, las demás densidades (D1 = 0,6 cm, D2= 0,9 cm) de planta a planta con un promedio de 9 dientes o bulbillos por bulbo, de tal manera que la densidad 3 es la más recomendable o es la que más número de dientes o bulbillos por cabeza dio.

### 3.4 RENDIMIENTO PROMEDIO DE AJO EN (TN/HA)

El resultado de rendimiento de cada tratamiento se presenta a continuación.

**CUADRO N° 22 Rendimiento**

Tratamientos	Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1	10,65	12,10	11,10	33,85	11,10
T2	10,23	11,34	12,70	34,27	11,34
T3	14,34	15,87	16,10	46,31	15,87
T4	11,76	12,20	14,06	38,02	12,20
T5	13,34	14,78	15,78	43,90	14,78
T6	16,84	17,10	17,86	51,80	17,10
SUMA	77,16	83,39	87,60	248,15	

Tomando en cuenta el cuadro 24 relacionando con el rendimiento en ton/ha. De ajo se tiene: que el mejor tratamiento es el T6 (V2D3) con 17,10 Ton/Ha, seguido por el tratamiento T3 (V1D3) con un rendimiento promedio de 15,87 Ton/Ha, y posteriormente los tratamientos T5 (V2D2) Y T4 (V2D1) con 14,78 Ton/Ha y 12,20 Ton/Ha ocupado los últimos lugares los tratamientos, T2 (V1D2); T1 (V1D1) con un promedio de 11,34 Ton/Ha, 11,10 Ton/Ha.

#### 3.4.1 INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES Y DENSIDADES PARA EL RENDIMIENTO PROMEDIO EN (TN/HA).

**CUADRO N° 23 Interacción de rendimiento**

factor A	factor B			Suma	Media
	D1	D2	D3		
V1	11,10	11,34	14,87	38,31	11,34
V2	14,20	16,78	17,10	44,08	16,78
Suma	23,30	26,12	32,97	82,39	
Media	12,65	14,06	15,98		

Según el cuadro 25 se puede indicar que el mejor rendimiento en ton/ha fue de la V2 = variedad Fuego Inta con 16,78 ton/ha. Y la V1= variedad Cron con 11,34 ton/ha.

En cuanto a las densidades el mejor rendimiento se obtuvo en la D3 con 15,98ton/ha. En los últimos lugares están D2 con 14,06ton/ha y D1 con 12,65 ton/ha.

### 3.4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO E INTERACCIÓN DE VARIEDADES Y DENSIDADES

**CUADRO N° 24 Anova**

ANOVA						
FV	GL	SC	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>Bloques</b>	2	24,16	12,08	2,93NS	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Tratamientos</b>	5	111,73	22,35	5,42*	<b>5,05</b>	<b>10,97</b>
<b>Factor V</b>	1	29,47	29,47	7,14*	<b>6,61</b>	<b>16,26</b>
<b>Factor D</b>	2	82,10	41,05	9,95*	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Int (VxD)</b>	2	0,16	0,08	0,02	<b>5,79</b>	<b>13,27</b>
<b>Error</b>	5,00	20,63	3,53			
<b>Total</b>	17,00	156,53				

CV= 13,61

NS = No es significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo.

De acuerdo al análisis de varianza no existe diferencia significativa en los bloques, e interacción de variedad y densidad.

Si hay diferencia significativa en los tratamientos, factor Variedad y factor Densidad.

Por la variación en los tratamientos factor V y factor D, se realiza la prueba de DUNCAN.

### 3.4.3 PRUEBA DE DUNCAN

#### 3.4.3.1 TRATAMIENTOS

Cálculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^{\circ}r}} = \sqrt{\frac{3,53}{3}} = 1,17$$

Ordenar medias (ascendente)

T1	11,10
T2	11,34
T4	12,20
T5	14,78
T3	15,87
T6	17,10

Calculo de límite de significancia

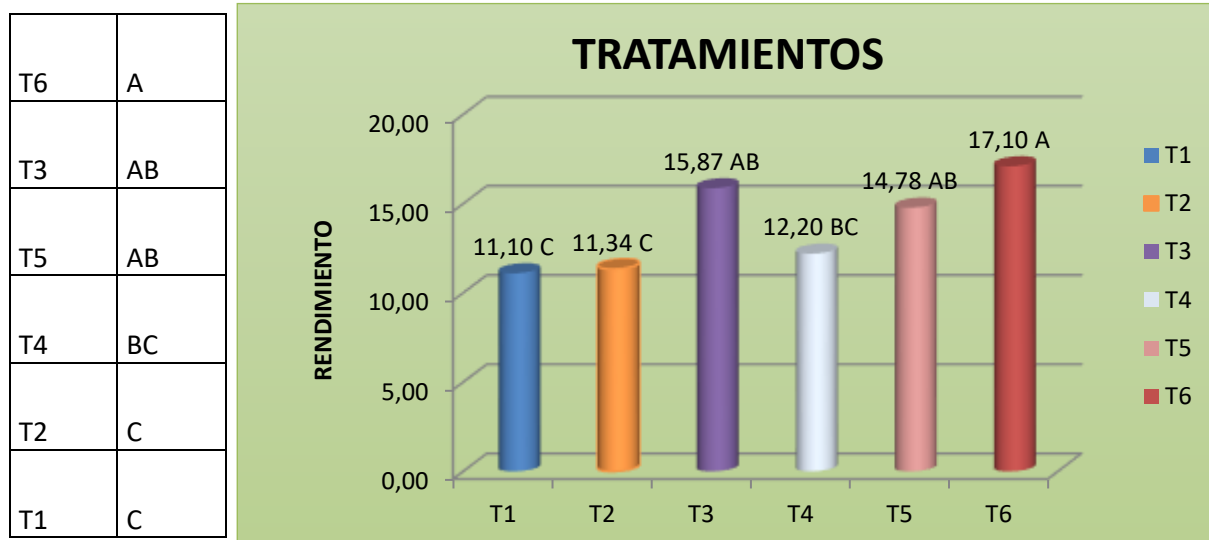
$$LS = q * SX$$

tbabla 5%	2	3	4	5	6
Q	3,64	3,75	3,8	3,81	3,81
SX	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
LS	4,2588	4,3875	4,446	4,4577	4,4577

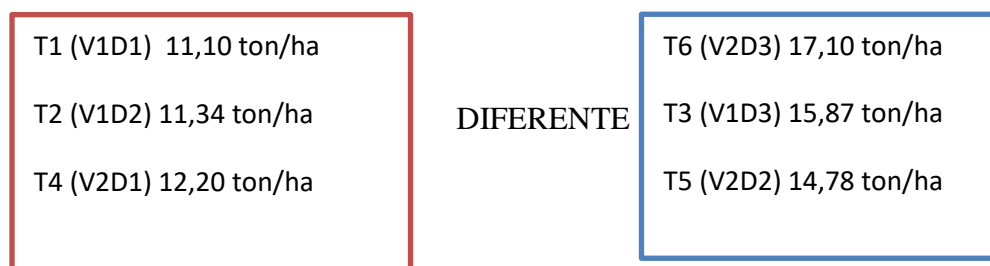
#### CUADRO N° 25 Tabla de doble entrada

		T6A	T3AB	T5AB	T4BC	T2C	T1C
		17,10	15,87	14,78	12,20	11,34	11,10
T1	11,10	6*	4,77*	3,68NS	1,1NS	0,24NS	-
T2	11,34	5,76*	4,53*	3,44NS	0,86NS	-	
T4	12,20	4,9*	3,67NS	2,58NS			
T5	14,78	2,32NS	1,09NS				
T3	15,87	1,23NS	-				
T6	17,10	-					

GRÁFICO N° 7 Establecimiento de diferencias entre tratamientos



La prueba de Duncan muestra que si existe diferencia entre los tratamientos.



Variedades

V1= variedad Cron      V2= Fuego Inta

Densidad

D1= 0,6cm.    D2= 0,9 cm.    D3= 0,12 cm.

Lo que se puede apreciar en el cuadro 27 y El gráfico 7 de comparación de medias los tratamientos. T6, T3 y T5 con (17,10; 15,87; 14,78 ton/ha) no se encuentran diferencias estadísticamente significativas. Existe diferencias significativas entre los tratamiento T1 (11,10 ton/ha) T2 (11,34 ton/ha) T4 (12,20 ton/ha).

### 3.4.3.2 VARIEDADES

Cálculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^2r}} = \sqrt{\frac{3,53}{3}} = 1,17$$

Ordenar medias (ascendente)

V1	11,34	
V2	16,78	

Calculo de límite de significancia

$$LS = q * SX$$

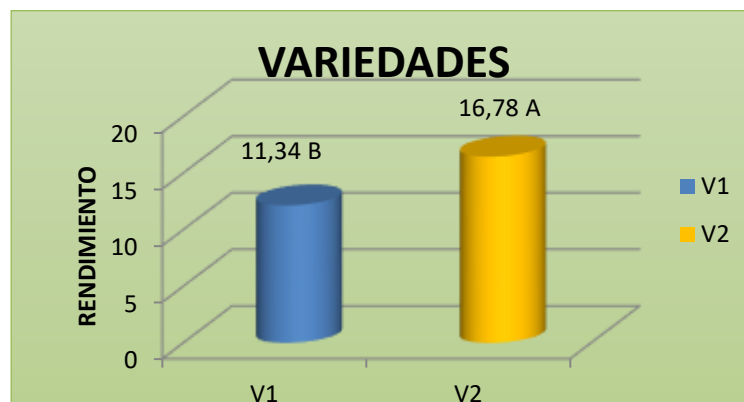
tabla 5%	2	3
Q	3,64	3,75
SX	1,17	1,17
LS	4,2588	4,3875

#### CUADRO N° 26 Tabla de doble entrada o interacción de medias

		V2A	V1A
		16,78	11,34
V1	11,34	5,44*	NS
V2	16,78	-	-

#### GRÁFICO N° 8 Establecimiento de diferencias entre tratamientos

V2	A
V1	B



La prueba de Duncan para el factor de variedades de ajo se aprecia que el mayor rendimiento es la variedad V2= Fuego Inta con 16,78 ton/ha , siguiéndolo la V1: 11,34 ton/ha

**DENSIDADES**

Calculo de error típico

$$SX: \sqrt{\frac{CMe}{n^{\circ}r}} = \sqrt{\frac{3,53}{3}} = 1,17$$

Ordenar medias (ascendente)

D1	12,65
D2	14,06
D3	15,99

Cálculo de límite de significancia Establecimiento de diferencias entre tratamientos

$$LS= q \cdot SX$$

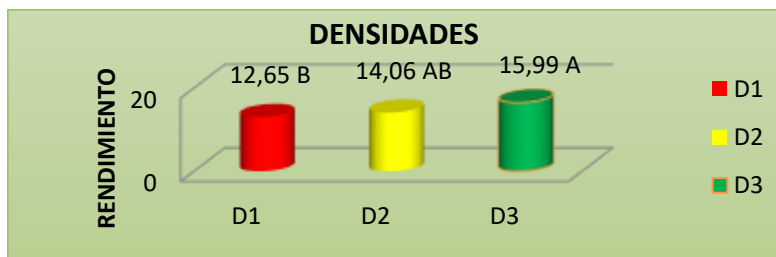
tabla 5%	2	3	4
Q	3,64	3,75	3,8
SX	1,17	1,17	1,17
LS	4,2588	4,3875	4,446

CUADRO N° 27 Tabla de doble entrada o interacción de media

		D3A	D2AB	D1B
		15,99	14,06	12,65
D1	12,65	3,37NS	1.41NS	-
D2	14,06	1,93NS	-	
D3	15,99	-		

**GRÁFICO N° 9 Establecimiento de diferencias entre tratamientos**

D3	A
D2	AB
D1	B



Una vez realizado la prueba de Duncan para el factor de la densidad se puede decir que No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la densidad D3=0,12 cm. Con 15, 99 ton/ha y la D2= 0,9cm. Con 14,06 ton/ha. Existe diferencia con la densidad D1= 0,6 cm. Con 12,65 ton/ha es la que nos da menor rendimiento.

**DISCUSIÓN**

- ❖ Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la variable de rendimiento del cultivo de ajo se obtuvo diferencias significativas en los



tratamientos, en cuanto a las variedades y las densidades estudiadas en esta investigación se obtuvo un mayor rendimiento de 17,10 ton/ha. Como se puede comparar con otra investigación de “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum*,liliaceae) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA COMUNIDAD DE SANTA ANA DE AGUA RICA (ISCAYACHI). Por (CRUZ, 2017) . Donde también mencionó en su investigación que obtuvo diferencias significativas, y su rendimiento fue de 15,68; 15,81 ton/ha.

### 3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

La hoja de costos de forma detallada se encuentra en los anexos. En el cuadro esta un resumen del beneficio costo para todos los tratamientos todos los datos están calculados para una hectárea producido al aire libre.

#### 3.5.1 RELACION BENEFICIO/COSTO B/C

La relación beneficio costo se presenta en el siguiente cuadro:

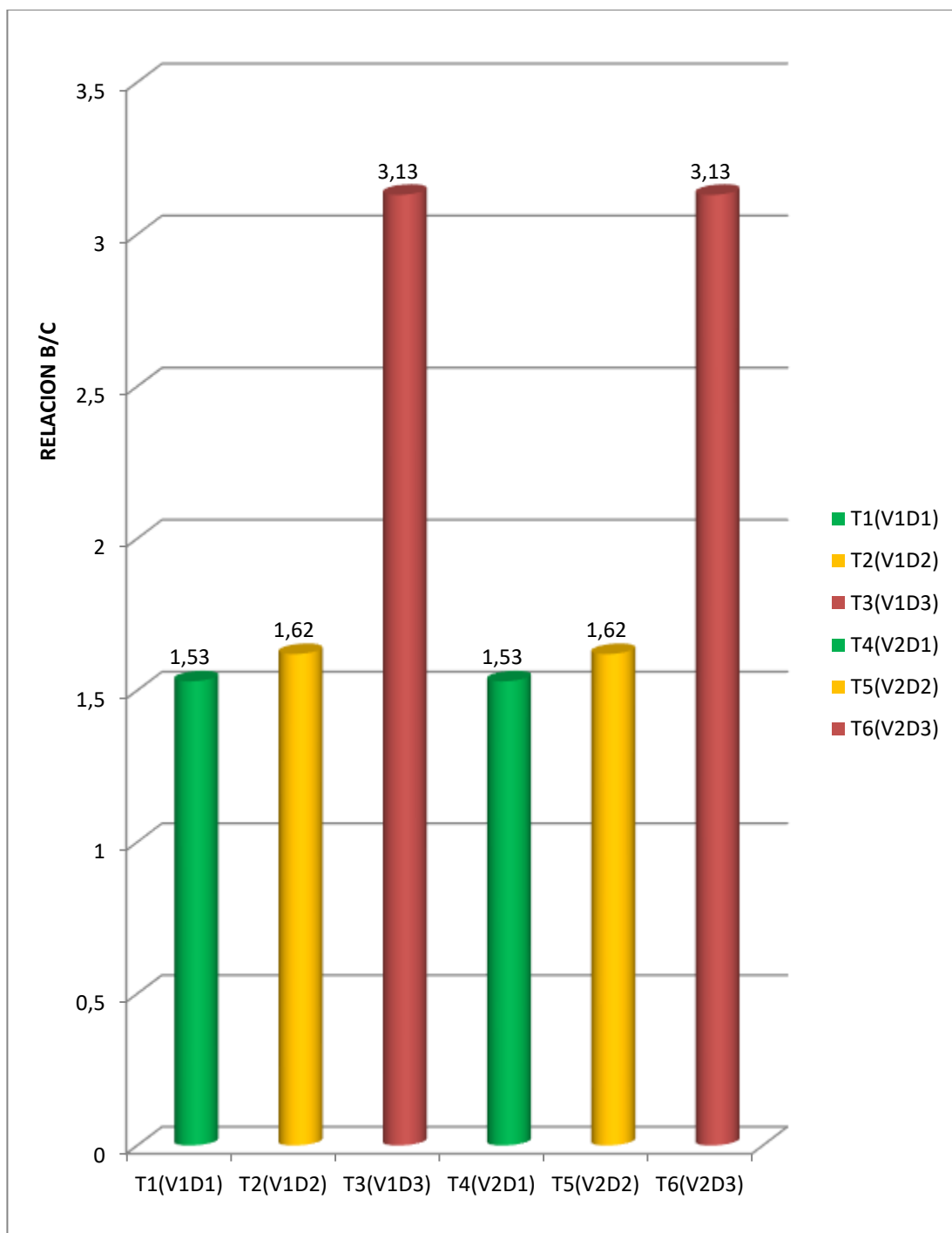
**CUADRO N° 28 Relación beneficio costo**

Tratamientos	Ingresos	Costos	Beneficio	B/C
T1(V1D1)	46.250	18.240	28010	1,53
T2(V1D2)	47.250	17.970	29280	1,62
T3(V1D3)	66.126	15.990	50136	3,13
T4(V2D1)	50.832	18.240	28010	1,53
T5(V2D2)	61.582	17.970	29280	1,62
T6(V2D3)	71280	15.990	50136	3,13

(Fuente elaboración propia)

De acuerdo al análisis de beneficio de costo se tiene que: El cuadro de relación beneficio costo, los tratamientos los valores son mayores a 1, por lo tanto, existen ganancias empleando cualquier tratamiento y no existe pérdida. La mejor respuesta mejor al beneficio costo B/C es el tratamiento T3 y T6 con 3,13 bs. Por cada boliviano invertido seguido del tratamiento T2, T5 con 1,62 bs por cada boliviano invertido.

GRAFICO N° 10 Relación b/c



## CAPÍTULO IV

### 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

De acuerdo al comportamiento y desarrollo fisiológico de la planta, en base a los resultados obtenidos durante el estudio se puede establecer las siguientes conclusiones:

- ❖ Se estableció que la V2: Fuego Inta es la mejor variedad ya que da un rendimiento promedio de 16,78 ton/ha con respecto a la V1: Cron ; 11,34 ton/ha
- ❖ Se obtuvo que el mejor comportamiento agronómico entre las tres densidades de siembra, fue la densidad tres (D3:12 cm) con 15,99 ton/ha siendo mejor que las otras densidades D2: 9 cm; 14,06 ton/ha y D1: 6 cm.; 12,65 ton/ha.
- ❖ Evaluando la interacción entre las variedades y densidades los tratamientos. T6; 17,10, T3; 15,87 y T5 con 14,78 ton/ha, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas. Existe diferencias significativas entre los tratamiento T1 (11,10 ton/ha) T2 (11,34 ton/ha) T4 (12,20 ton/ha).
- ❖ Se establece que el mejor diámetro de bulbo se obtuvo en el T6, T3, T5. Con (5,43; 5,24; 5,15) cm/bulbo. Siendo mejores que los tratamientos (T4, T2, T1) con (3,40; 4,78; 4,89) cm/bulbo.
- ❖ Se determinó que en el número de dientes se encuentra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T5 con promedio de 10 dientes/bulbo T1, T2, T4 con 9 dientes/bulbo, y no existe diferencia entre el T6, T3 con 11 números de dientes/bulbo para cada uno, lo cual nos dice que el tratamiento T6y T3 con un número de 11 dientes/bulbo son los mejores en cuanto a número de dientes por bulbo.
- ❖ En relación al beneficio/costo todos los tratamientos tienen valores mayores a uno, por lo tanto, existe ganancia empleando cualquier tratamiento y no existe pérdida.
- ❖ La mejor respuesta económica se tiene en los tratamientos (T3 V1), (T6 V2) A una densidad de 12 cm. Con 3,13 bolivianos.

## 4.2 Recomendaciones

- ❖ Tomando en cuenta el trabajo de investigación realizado se recomienda al productor utilizar la densidad D3 del cual se obtuvo un rendimiento de 15,99 ton/ha, con ajos grandes o denominado extra en esta densidad el productor utilizara menos semilla que la D1 y la D2 por lo tanto es más económico. no se recomienda al productor utilizar distancia o densidades menores D2:9 cm y aún menos de D1: 6 cm ya que los ajos serán pequeños y los gastos serán mayores.
- ❖ Por otro lado, se recomienda a la variedad V2 Gran Fuego Inta proseguir su cultivo por que se obtuvo un promedio de 16,78 ton/ha respecto la variedad V1 Cron con un promedio de 11,34 ton/ha.
- ❖ Se recomienda hacer buenas aplicaciones de fertilizante tanto inorgánicos como orgánicos en los periodos que más lo requiere la planta en su desarrollo entre las variedades de ajo, para lograr obtener mayores rendimientos y mejores condiciones físicas del suelo y así obtener un mejor rendimiento de su cosecha.
- ❖ Se recomienda al productor en relación al beneficio/costo utilizar la densidad 12 cm utilizará menos semilla y obtendrá una buena ganancia.