

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas a nivel mundial ha experimentado un continuo incremento a lo largo de los años, alcanzando el volumen más elevado en 2021. En dicho año, se produjeron globalmente aproximadamente 1.155 millones de toneladas métricas, con un incremento del 59,5 %, tomando en cuenta que para el año 2000 se tenía una producción de 686,85 toneladas métricas (Orus, 2023).

Dentro del grupo de las hortalizas las legumbres, se caracterizan por ser ricas en proteínas (entre el 17 al 25 %) y alto contenido en fibra; además de poseer minerales como el calcio, magnesio y hierro, vitaminas del grupo B, así como hidratos de carbono; los tipos de legumbres más consumidas en el mundo son los frijoles, arvejas, garbanzos, habas y lentejas, aunque existen muchas más variedades (Lozano, 2021).

El cultivo de garbanzo, su origen se sitúa entre el año 3.000 y 3.500 a.C. en la zona de Siria y Turquía, pero hay quien lo sitúa en Asia Occidental. El mayor productor actual en el mundo es la India con un volumen de producción de 7.818.984 toneladas por año; como propiedades nutricionales destacamos que presenta una gran cantidad de proteínas de origen vegetal (20 y 22 gr/ 100 gr), que aportan nueve aminoácidos esenciales, fibras dietéticas, carbohidratos complejos, vitamina B6, B1, B2, y ácido fólico y en minerales esenciales como el fosforo, hierro y magnesio. Y según la comunidad científica, su consumo habitual disminuye el colesterol, los triglicéridos, algunos tipos de cáncer y promueve una buena salud cardiovascular (Kitchen, 2022).

En Latinoamérica los países de mayor producción son: México, Argentina y Chile; siendo México el principal exportador en 52 países europeos y asiáticos; obteniendo muy buenos rendimientos de hasta 3.9 ton/ ha y con precios que van desde los 578 a 1000 dólares por tonelada de garbanzo seco (Garzón, 2018).

En nuestro país Bolivia la producción nacional; según SIIP (Sistema Integrado de Información Productiva) en año 2014 tenemos como principal productor el departamento de Santa Cruz de la Sierra con 67,5 hectáreas productoras de garbanzo, seguidos por los demás departamentos con la mínima producción. Tarija como departamento productor alcanzo su pico más alto de producción en el año 2013 y 2014, produciendo 23,00 toneladas métricas, con un rendimiento de 500 kg/ ha aproximadamente. Sin embargo, hasta el año 2020, ha disminuido su producción y rendimiento considerablemente.

En el municipio de Padcaya la producción de garbanzo, se cultiva en pequeñas superficies, sin darle la suficiente importancia a las grandes cualidades de este cultivo, es así que hasta nuestros días la producción en las comunidades es casi nula.

Es importante destacar que las condiciones edafoclimáticas de nuestro municipio son favorables para este cultivo; para la producción del mismo y la obtención del máximo rendimiento es importante probar comparaciones en densidades de siembra y su manejo en fertilización más adecuado a nuestra zona; así ver su comportamiento he incentivar a su producción.

El precio de exportación del garbanzo en promedio esta entre los 578 y 1000 dólares por tonelada (Garzón, 2018); Bolivia exporta 26.420 kilogramos de garbanzo con precio unitario de 1,399 dólar/kilogramo, como principales países de destino, Sudan un 88,9 y Chile el 11,1 %. Dentro del mercado interno el precio varía entre 300 y 350 bolivianos/ 50 kilos (Veritrade, 2015).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción y consumo de legumbres son importantes por diversas razones: en el ámbito de la nutrición y salud humana, la seguridad alimentaria, así como desde el punto de la agricultura sostenible (Gaucin, 2016).

En nuestro país, la producción de garbanzo es reducida, produciéndose solo en el oriente y algunas zonas de nuestro país en pequeña escala y con muy bajos

rendimientos. Esto está provocando que este cultivo sea cada vez menor su producción y comercialización del mismo (SIIP, 2020).

El cultivo de garbanzo en nuestra provincia Arce, decreció notablemente; hasta tal punto que ya no lo producen, esto debido a varias razones, bajos rendimientos, poca superficie, poca demanda y la falta de conocimientos de los grandes beneficios que nos trae este cultivo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de garbanzo es un cultivo que se produce en pequeñas parcelas o áreas de nuestro departamento, y su importancia radica en lograr una mayor producción, comercialización y además permitirá una mayor variabilidad dentro de la gastronomía y otros derivados.

Por otra parte, el garbanzo al ser un cultivo de grandes propiedades; es muy demandado en los mercados internacionales y su exportación sería una de las mejores alternativas para fomentar su producción. Ya que Bolivia exporta el 100 % de su producción de garbanzos a países como Sudan y Chile, con un precio de 1,399 dólar/ kilogramos (Veritrade, 2015).

En nuestro departamento de Tarija, existe muy poca información e investigación y conciencia del cultivo de garbanzo. Sin embargo, este cultivo destaca por las grandes cualidades nutricionales y de grandes beneficios para la salud de seres humanos; siendo así más o igual a otros cultivos tradicionales que se producen y consumen con más frecuencia.

En su producción es importante tener en cuenta un adecuado manejo del cultivo, para lograr los mayores rendimientos y calidad de producto.

Por lo tanto, mejorar el manejo técnico del cultivo, será indispensable para lograr mayores rendimientos en su producción; es así que se provo diferentes densidades de siembra y la prueba de una fertilización combinada (orgánica e inorgánica) en la comunidad de Chalarmarca.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la productividad del cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.); empleando tres densidades de siembra y una fertilización combinada (orgánica e inorgánica), para incentivar a la reactivación de la producción en la comunidad de Chalamarca.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables agronómicas entre densidades de siembra y una fertilización combinada.
- Evaluar el rendimiento en ton/ha en las condiciones de interacción entre densidades de siembra y fertilización en el cultivo de garbanzo.
- Analizar la relación beneficio/costo por tratamiento de fertilización y densidad de siembra para ver la factibilidad del cultivo.

1.4.3. HIPÓTESIS

Obtendremos mayores rendimientos con el uso de una fertilización combinada, e interacción de distintas densidades de siembra en el cultivo de garbanzo en la comunidad de Chalamarca.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN

El cultivo del garbanzo tiene su origen en el Suroeste de Turquía, desde allí se extendió muy pronto al resto de los continentes. Más del 90 % de la producción mundial se concentra en Asia por ser una excelente opción de alimentación para las poblaciones rurales crecientes (Vargas, Blandino 2021)

Esta especie tolera muy bien el estrés hídrico y además por ser una leguminosa, es capaz de vivir en relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium sp.* y microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico que lo incorporan a la planta y al suelo (Cárdenas 2012).

El origen del cultivo del garbanzo se localiza en el Suroeste de Turquía. Desde allí se extendió muy pronto hacia Europa (especialmente por la región mediterránea) y más tarde a África (fundamentalmente Etiopía), América (especialmente México, Argentina y Chile) y Australia. Se ha comprobado la existencia de 40 especies de garbanzos extendiéndose desde Oriente Medio, Turquía, Israel y Asia Central (Copyright 2008).

2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE GARBANZO

Su importancia radica en los grandes beneficios para la alimentación humana y de animales; además es una especie de leguminosa, es capaz de vivir en relación simbiótica con bacterias de género *Rhizobium sp.* Microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico que incorporan a la planta y al suelo; además cuenta con una gran propiedad que lo hace más interesante en los esquemas productivos y es la resistencia al estrés hídrico y los bajos insumos que requiere, convirtiéndolo en una excelente opción de producción de granos en condiciones de sequía, uno de los efectos más frecuentes producido por el cambio climático en las áreas rurales (Cárdenas, 2015).

La producción de garbanzos en todo el mundo se producen 12.093.048 toneladas de garbanzo por año. India es el mayor productor de garbanzos del mundo con un volumen de producción de 7.818.984 toneladas por año.

Australia ocupa el segundo lugar con una producción anual de 874.593 toneladas; mientras que los más grandes productores de garbanzo de Latinoamérica tenemos en el noveno lugar a México con una producción de 121,567 Tn. y posteriormente tenemos a Argentina con una producción de 69.788 toneladas anuales (Atlas Big, 2018)

El precio de exportación del garbanzo en promedio esta entre los 578 y 1000 dólares por tonelada (Garzón, 2018)

2.3. EL CULTIVO DE GARBANZO EN BOLIVIA

La producción nacional; según SIIP, tenemos como principal productor el departamento de Santa Cruz de la Sierra con 67,5 hectáreas productoras de garbanzo, seguidos por los demás departamentos con la mínima producción. Tarija como departamento productor alcanza su pico más alto de producción en el año 2013 y 2014, produciendo 23,00 toneladas métricas, con un rendimiento de 500 kg/ ha aproximadamente. Sin embargo, hasta el año 2020, ha disminuido su producción y rendimiento considerablemente (SIIP, 2014).

2.3.1. El cultivo de garbanzo en Tarija

Tarija como departamento productor alcanza su pico más alto de producción en el año 2013 y 2014, produciendo 23,00 toneladas métricas, con un rendimiento de 500 kg/ ha aproximadamente. Sin embargo, hasta el año 2020, ha disminuido su producción y rendimiento considerablemente (SIIP, 2014).

2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El garbanzo (*Cicer arietinum*), es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Fabáceas, de aproximadamente 30 a 60 cm de altura, con raíz pivotante que puede alcanzar 40 a 60 cm de profundidad. El tallo es herbáceo durante el período de crecimiento y floración, luego semileñoso al final del ciclo vegetativo. Las hojas compuestas, pubescentes, alternas e imparipinadas, de margen dentado; las flores son

blancas o violetas, axilares, generalmente solitarias sobre pedúnculos cortos. El fruto consiste en una legumbre oval, pubescente, encontrándose en su interior (2 a 3 semillas como máximo). El peso de 1000 semillas varía entre 300 y 600 gramos (Vigliola, 2010).

2.5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Taxonomía: Garbanzo

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Sub familia: Papilionoideae

Nombre científico: *Cicer arietinum* L.

Nombre común: Garbanzo

Fuente: (Herbario Universitario T.B., 2022)

Raíces: tiene raíces profundas y tallos ramificados y pelosos, con numerosas glándulas excretoras.

Tallo: el tallo principal es redondeado y las ramas son cuadrangulares y nerviadas.

Hojas: las hojas pueden ser paripinnadas o imparipinnadas. Los foliolos tienen el borde dentado.

Flores: son axilares y solitarias normalmente.

Frutos: los frutos son en vaina bivalva con una o dos semillas en su interior que suelen ser algo arrugadas. La planta tiene dos cotiledones grandes (Miguel, 1991).

2.6. CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS

Es una planta diploide, $2n=16$ (diploide: dos pares de cromosomas). Monoica, con flores masculinas y femeninas en el mismo pie de planta. Con una polinización autógena. Las dos variedades más importantes son la variedad “desi”, cuyos centros de diversidad se hallan en el sub continente indio y etiopia; y la variedad “kabuli” de mayor tamaño y sus centros se localizan en la región mediterránea y Asia central (Estrada, 1992).

2.6.1. Variedades

Se reconoce dos tipos de variedades de garbanzo denominadas “Desi” y “Kabuli”. También está el garbanzo “Gulabi”, de contextura redonda y liza, que es de menor importancia.

- La variedad Desi presentan semillas pequeñas angulares, con la corteza rugosa de color café oscuro a negro.
- Las variedades Kabuli, que son las que se cultivan en el país, se caracterizan por tener semillas más grandes, de color café claro a crema y con una corteza muy delgada. Aproximadamente el 10 % de la producción mundial de garbanzo es kabuli y el resto es Desi, producido principalmente por la india. (Vargas, 2006).

2.7. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

a) **Clima:** A partir de 10°C el garbanzo es capaz de germinar, aunque la temperatura óptima de germinación oscila entre $25\text{-}35^{\circ}\text{C}$. Si las temperaturas son más bajas se incrementa el tiempo de germinación. En cuanto a precipitaciones, los años buenos

para el garbanzo suelen coincidir con los años pocos lluviosos sobre todo en primavera ya que es un cultivo que no le conviene la acumulación de humedad.

b) Suelo: Prefieren suelos labrados en profundidad ya que su sistema radicular está muy bien desarrollado y es muy resistente a la sequía. En cuanto a textura, los suelos silíceo-arcillosos o limo-arcillosos que no contengan yeso son los más adecuados.

- Cuando se dispone de un suelo con exceso de arcilla, la piel de la semilla es más basta.
- Cuando el terreno es yesoso, el garbanzo obtenido es de mala calidad en general y muy malo para cocer.
- Si la tierra tiene materia orgánica sin descomponer la calidad del grano se ve mermada.
- El garbanzo es sensible a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego. El pH ideal está entre 6 y 9 aunque parece que cuanto más ácido sea el suelo mayores problemas de Fusarium pueden aparecer (Herrera A. J., 2013).

2.8. ÉPOCAS DE SIEMBRA

Al igual que otras plantas de la misma familia, como los guisantes o las judías, es importante sembrarlos en una determinada época del año, que variará según sea el clima de cada lugar.

Tradicionalmente, en zonas con inviernos fríos, los garbanzos se sembraban a finales del invierno y comienzos de la primavera, mientras que en las de inviernos más cálidos, se sembraban al inicio del invierno o incluso en otoño.

Tradicionalmente los garbanzos se han sembrado en primavera en la región mediterránea, sobre suelos con elevado poder retentivo de agua, en invierno en la india, Etiopía y Latinoamérica.

El cultivo de garbanzo de siembra primaveral está sometido a estrés de humedad y las altas temperaturas durante la fase reproductiva, resultando como consecuencia de ello,

un acortamiento del ciclo, y en mayoría de las veces, una notable reducción del rendimiento (L. López Bellido, 1986).

2.8.1. Importancia de la época de siembra

Determinar la correcta época de siembra en un lugar determinado; es muy importante porque de ello dependerá un buen crecimiento y desarrollo de la planta, la obtención de buenos rendimientos, la calidad del producto y como un posible escape a plagas y enfermedades.

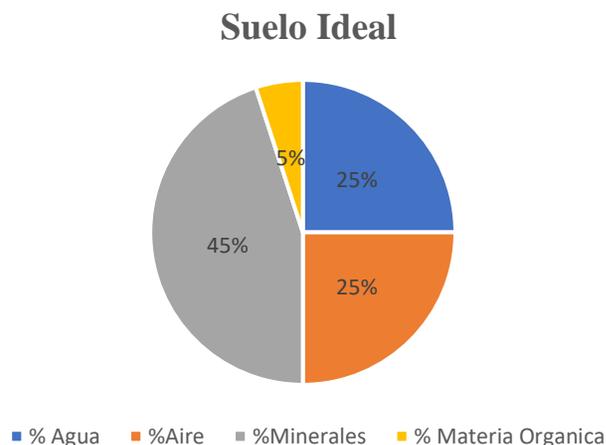
La enfermedad que se produce en el invierno, la Rabia (*Ascochyta rabiei*) que es un hongo conocido como el tizón del garbanzo; para librarse de ella el labrador retrasaba la siembra todo lo que podía; con lo cual las bacterias simbióticas de las raíces apenas si tenían tiempo para desarrollar su función (Universidad agrícola , 2018).

2.9. Suelo

Suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas, con diferentes horizontes de suelo y compuesto de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (FAO, 2023).

En los últimos 20 años se han acuñado una serie de expresiones como suelo ideal (SI), calidad de suelo (CS), uso múltiple de la tierra (UMT), y agricultura sostenible (AS) entre otros.

El termino de suelo ideal (SI) es un aspecto de agricultura sostenible en lo que solo interesa la agricultura la producción sostenida de los cultivos en el tiempo. Esta idea viene de subyace desde antaño en la mente de científicos, técnicos y productores; entre ellos recordamos a los ingenieros agrónomos Antonio Pñeiro y Carlos Miaczynski y al Sr. Telmo Trosseros; Papadakis (1954), Donahue et al, Molina (1986), Sys et al. (1991), Cobertera (1993), Shaxson (1994) y Navarro (1994) tuvieron expresiones similares, aunque sin terminar de plasmar el concepto ni desarrollar metodológicamente (Pilati, M.A. y Orellana J., 2012).

Figura. 1 Suelo ideal

Las plantas de garbanzo se pueden cultivarse en una amplia variedad de suelos; pero los ideales son los suelos franco arenosos a ligeramente arcillosos. El suelo debe estar bien drenado porque la acumulación de agua no es buena para el cultivo de los garbanzos. El pH ideal para cultivar garbanzos es entre 5,5 y 7 (Plantix, 2008).

2.9.1. Funciones y requerimientos nutricionales

Se debe tener en cuenta que el garbanzo, como toda leguminosa, tiene capacidad de fijar nitrógeno a través de los nódulos radiculares con *Rhizobium sp.*, producidos naturalmente en el suelo.

2.9.2. Fertilización química

2.9.2.1. Fijación de nitrógeno

Las bacterias fijadoras de nitrógeno que nodulan al garbanzo son muy específicas, y pertenecen a la especie *Rhizobium cicer*. La fijación de nitrógeno puede ser efectiva en muchas áreas del cultivo, estimándose que puede representar hasta el 90% del nitrógeno extraído por el cultivo. Algunos autores estiman que el nivel de fijación se sitúa alrededor de los 63 kg/Ha de nitrógeno, aunque existen diferencias entre variedades en cuanto al desarrollo de nódulos y fijación de nitrógeno, que pueden contribuir a diferencias en los rendimientos. Según los ensayos de inoculación realizados en garbanzos han dado respuestas bajas en suelos con alta población de *Rhizobium* y altas donde la presencia de la bacteria era escasa. La inoculación de

semilla parece aconsejable cuando se trate de introducir en nuevas áreas. La extracción total de nitrógeno, para un rendimiento de 1000 k/ha es de 57 kg de nitrógeno (N) (Rupela y Dart, 1980 y Saxena, 1980).

2.9.2.2. Extracción de fósforo

La extracción de fósforo por hectárea de garbanzo. Se sitúa en un rango de 5 a 10 kg/ha.

Lo más frecuente es que no exista respuesta en aquellos que contienen más de 2 a 5 ppm de fosforo disponible, con independencia de la época y forma de aplicación. Esta falta de respuesta no puede ser atribuida a la escasez de agua en el suelo, puesto que con el riego tampoco se incrementa el rendimiento por ampliación de fósforo. Estudios de ICARDA han revelado que el garbanzo no responde a fertilización fosfórica en suelos donde la lenteja y habas muestran deficiencias en fosforo y mejoran su crecimiento con fertilización. Ello indica que el garbanzo puede ser más eficiente en la extracción y utilización del fósforo que dichas especies. Ensayos realizados por los autores en la compañía de Córdoba, en suelos con niveles de fósforo asimilable entre 8 y 10 ppm (método Olsen) pusieron en manifiesto que no existen diferencias de rendimiento entre el testigo y la dosis 50,100 y 200 Kg de P₂O₅/ha.

Las aplicaciones foliares conjuntas con nitrógeno y fósforo, han incrementado el rendimiento; en ellos se encontró que el 75% de dosis pulverizada sobre la planta equivale a la dosis aplicada al suelo, por lo cual da a conocer mayor eficiencia de asimilación de fosforo de forma foliar (Saxena y Shldrake, 1980).

2.9.2.3. Extracción de potasio

El potasio en un macro nutriente muy importante para la activación de sistemas enzimáticos, incrementa resistencia a enfermedades, mejora el tamaño, sabor y textura del fruto, participa en la formación de aminoácidos, clorofila y almidón y el transporte de azúcares a las raíces.

Las plantas extraen el potasio en tres formas: atrapados en las capas de arcilla, absorbidos en las superficies de los coloides del suelo y en la solución del suelo; su

forma de extracción es (K₂O). Y para garbanzo se puede aplicar desde 6 a 450 kg/Ha (Rodríguez, 2007)

La extracción de macronutrientes para un rendimiento de 2000 k/ha es de 114 k de nitrógeno (N), 12 k de fósforo (P₂O₅) y 76 k de potasio (K₂O). En base a estos datos, el análisis de suelo y la conveniencia económica, se debe decidir la práctica de fertilización (Salta,2007).

2.9.3. Fertilización orgánica

2.9.3.1. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo está constituida por residuos de plantas y animales en varios estados en descomposición; contando así con dos etapas de humificación y mineralización (Gros y Domínguez, 1992). Un nivel adecuado de materia orgánica beneficia al suelo de varias formas: (1) mejorando condiciones físicas, (2) incrementa la infiltración de agua, (3) facilita labranza en el suelo, (4) reduce las pérdidas por erosión, (5) facilita la absorción de sustancias peligrosas, (6) proporciona macro y micro nutrientes a las plantas (Manual internacional de la fertilidad de suelos, 2019). Los abonos usados para una fertilización orgánica, pueden ser los estiércoles, abonos verdes, etc.

2.9.4. Estiércol de cabra

2.9.4.1. Composición de materias orgánicas de origen animal en (kg/Tn)

En la siguiente tabla se muestran los siguientes resultados.

Tabla. 1 Composición de materias orgánicas de origen animal en (kg/Tn)

ESPECIE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Vacuno carne	3,9	3,7	4	2,5	1,5	0,7
Terneros	2,4	1	2,7	1,8	0,5	0,7
Ovinos	6,7	4,2	11,2	11,2	1,4	1,8
Cerdos	6	6	4	6	2,5	1
Caprinos	6,1	5,2	5,7			
Caballos	8,2	3,2	9		2	
Aves	25,5	21,5	21	14,5	3,7	

Fuente (Heduit, 1991).

El estiércol de cabra es rico en niveles de nitrógeno, lo que lo convierte en un excelente acondicionador del suelo. El estiércol de cabra mejora la estructura del suelo, lo que a su vez proporciona un entorno rico para el crecimiento de las raíces y permite una excelente retención de agua.

2.9.4.2. Variación estacional de algunos componentes de interés agronómico en el estiércol de cabra

La colecta de guano se realizó cuando la alimentación de forrajes naturales estaba en la fase de latencia o reposo vegetativo (julio) y en el momento de rebrote (noviembre).

Tabla. 2 Variación estacional de algunos componentes de interés agronómico en el estiércol de cabra

	Latencia	Rebrote
Nitrógeno total (%)	2,11±0,48 ^a	2,87±0,35 ^b
Fósforo (%)	0,25±0,03 ^a	0,36±0,03 ^b
Óxido fosfórico (%)	0,58±0,06 ^a	0,82±0,07 ^b
Potasio (%)	1,52±0,33 ^a	1,16±0,17 ^b
Óxido de Potasio (%)	1,83±0,39 ^a	1,39±0,21 ^b
Materia seca (%)	82,8±9,51 ^a	95,08±0,72 ^b
Materia Orgánica (%)	69,72±9,85 ^a	81,36±4,41 ^b
Cenizas (%)	30,28±9,85 ^a	18,3±4,56 ^b
Carbono (%)	40,25±5,25 ^a	47,19±2,56 ^b
Relación Carbono/Nitrógeno (%)	19,65±3,38 ^a	16,65±2,21 ^a

Fuente: (Arancibia, 2015).

2.9.5. Dosificación de estiércol

Menciona que en lo relativo a la dosificación esta varía de acuerdo con muchos factores específicos por lo que solo se pueden dar algunos lineamientos generales; como es, el contenido de humedad del estiércol el cual se considera “seco” cuando tiene hasta un 20%. El contenido de nutrientes, se da sobre base seca, o sea, con 0% de humedad en tal forma que es necesario efectuar la corrección respectiva para dar la dosis deseada

de nitrógeno, fósforo y potasio. Cuando el material es procesado, prácticamente los nutrientes son 100% aprovechables; cuando no es así, se considera que el nitrógeno se libera en un 50% el primer año, 35% el segundo y 15% el tercero. Por otra parte, se requiere hacer experimentación específica de acuerdo con el cultivo y el suelo de cada región que se trate; sin embargo, a manera de guía es conveniente recordar, que los abonos del país indican contenidos de nitrógeno y fósforo (P_2O_5) sensiblemente iguales, por lo que se tiene el problema de calcular la dosis de abono tratando de cubrir los requerimientos de cualquiera de estos elementos (Cruz, 1986).

2.10. Técnicas del cultivo

2.10.1. Preparación del terreno

Si se siembra en primavera y después de cereal, se realiza una labor de alzar a una profundidad suficiente, debido a su fuerte sistema radicular. Es conveniente labores profundas con subsoladores para aumentar al máximo la capacidad del suelo para retener agua y que la planta tenga los recursos hídricos necesarios para un buen desarrollo. De hecho, en zonas con inviernos templados se siembra en otoño y se consiguen rendimientos mayores, incluso el doble, al aprovechar mejor el agua disponible (Marquez, 2013).

2.10.2. Herbicida

El garbanzo no es competitivo con la maleza debido al lento crecimiento y a la limitada área foliar durante las primeras etapas de crecimiento; de ahí que los problemas causados por la maleza han demostrado ser la mayor limitante para obtener una buena producción (Gómez, 2002).

El garbanzo, al igual que otras leguminosas de grano, presenta gran sensibilidad a los herbicidas, por ello es más tolerante a los aplicados al suelo en preemergencia que a los aplicados en post emergencia; esto explica porque los herbicidas post emergentes son limitados en garbanzo, particularmente los usados para control hoja ancha. La selectividad y eficacia de los mismos va a depender de factores como el tipo de suelo y humedad del mismo, la temperatura o el tipo de maleza, por lo que las recomendaciones variarán con la zona agroclimática (Sohl y Wilson, 2005).

Algunos herbicidas utilizados en garbanzo con buenos resultados en el control de hoja ancha en diferentes países son: Cianazina, Metalacoloro, Oxifluorfen, Pendimetalina, Prometrina y Trifluralina (Gomez, 2002).

El Glifosato se recomienda en preemergencia al cultivo y post emergencia a la maleza (Gómez, et al., 2002) y la Trifluralina se recomienda en preemergencia al cultivo y la maleza en dosis de 1,5 a 2.0 L/ha (Castillo y Montoya, 2004).

2.10.3. Densidad de siembra

El nivel óptimo de densidad de plantas varía según las condiciones ambientales y el tipo de planta. Cuando aquellas permiten un buen crecimiento vegetativo y reproductivo, muchas variedades muestran poca variación del rendimiento en diferentes densidades de su población.

Los ensayos realizados por los autores en Córdoba, durante dos años, han mostrado que las variedades difieren en su comportamiento ante la variación de densidad de plantas. Blanco lechoso ha sido la variedad con densidad óptima más baja, aunque en ninguna otra variedad se han superado las 45 plantas/m² de densidad óptima. La distancia entre líneas no ha influenciado decisivamente en el rendimiento. Siendo la más favorable la de 30 cm entre planta/planta (Lopez y Bellido, 1984).

2.10.4. Siembra

En África se suele sembrar a final de noviembre y principios de diciembre. En Asia se suele sembrar durante el mes de octubre. En la región mediterránea se puede sembrar durante el otoño, aunque normalmente se suele realizar en primavera.

Un retraso en la época de siembra puede dar lugar a una reducción del crecimiento y desarrollo de la planta, afectando a la floración y como consecuencia una reducción de la cosecha.

La densidad de siembra depende de las condiciones ambientales y el tipo de planta, normalmente se suele emplear 33 plantas/m², aunque si la planta se localiza en un clima desfavorable y varía la disponibilidad de humedad en el suelo, su crecimiento se

verá afectado. En sistemas de regadío la densidad de siembra puede llegar hasta 50 plantas/m² (Herrera A. J., 2013)

La siembra se realiza en hileras a 0,60 m o 0,70 m; el sistema sobre camellón es beneficioso para el riego por gravedad, tanto por la posibilidad de regar en plántula, como para no mojar el cuello de la planta, no perder despegue para la trilla directa y evitar contacto de vainas con el suelo. En siembra directa se utilizan hileras a 0.52 m, lo cual facilita la competencia con malezas y la trilla directa. La profundidad va desde 5-6 cm. Y su germinación se produce generalmente a los 10 - 15 días desde la siembra, aunque puede llegar a 25 días dependiendo de las temperaturas de suelo (Salta, 2007).

2.10.5. Abonado

La extracción de macronutrientes para un rendimiento de 2000 k/ha es de 114 k de nitrógeno (N), 12 k de fósforo (P₂O₅) y 76 kg de potasio (K₂O). En base a estos datos, el análisis de suelo y la conveniencia económica, se debe decidir la práctica de fertilización (INTA, 2007).

Se recomienda un adecuado aporte de materia orgánica para mejorar la estructura de suelo. La fijación simbiótica debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos de nitrógeno de la cosecha (infoAgro, 2010).

2.10.6. Riegos

El cultivo prospera favorablemente con 350 a 400 mm durante su ciclo, no debiendo faltarle humedad especialmente en el período de floración y formación de granos. Para lograr buenos rendimientos, serán necesarios 3 o 4 riegos, teniendo la precaución de no mojar el cuello de las plantas para evitar la propagación de enfermedades.

Aunque es una práctica que no se realiza en la mayoría de las siembras con esta especie, esto no quiere decir que no sea conveniente. Por el contrario, al ser el garbanzo un cultivo exigente en principios nutritivos, debe tenerse muy en cuenta su abonado. Puesto que el garbanzo es una leguminosa, sus necesidades en nitrógeno las cubre directamente, cuando las plantas son adultas, a través de las nudosidades de sus raíces,

tomándolo del aire, por lo que se puede prescindir de este elemento, o se utilizará en muy pequeñas cantidades al iniciar el cultivo (GOVANTES y VICENS, 2020).

2.10.7. Escardillado y aporque

Cuando las plántulas de garbanzo alcanzan los 15 centímetros de altura, se debe realizar un trabajo de escardado y limpieza de la tierra con el fin de erradicar la mala hierba. También se debe aporcar y regar, pero evitando que el agua se acumule demasiado en el suelo (Juan, 2016).

2.10.8. Plagas y enfermedades

2.10.8.1. Plagas

Mosca del garbanzo (*Liriomyza cicerina* Rond.), en estado adulto es una mosca de 1,5 a 2 mm de longitud, de color grisáceo y manchas amarillentas.

Es un díptero, la hembra realiza la puesta clavando el oviscapto en la hoja y depositando un huevo en su interior. Al avivar el huevo, aparece una larva de color amarillento cilíndrica y delgada, con una longitud de 3 mm. Estas larvas se alimentan del parénquima de las hojas; dos semanas después alcanzan su máximo desarrollo y se transforman en pupa y se alojan en hojas y tallos.

Esta plaga tiene de dos a tres generaciones por año, la última de las cuales pasa al estado de pupa bajo tierra, donde permanece todo el invierno.

Se puede combatir con tratamiento a base de productos tales como triclorfon, fention, dimetuato, brofos, etc, (Bravo, 2020).

Liebre: es el nombre común pertenecientes al género *Lepus europaeus* L. Las liebres se clasifican en la misma familia que los conejos son generalmente herbívoros.

El cultivo de garbanzo es muy susceptible al ataque de la misma, sobre todo en su crecimiento; ya que la misma se alimenta de los brotes y hojas que emiten cada una de las plantas, provocando un retraso en el crecimiento y como consecuencia un bajo rendimiento.

Tarajchi: es un pájaro, cuyo nombre científico *Molothrus badius*, ave de hasta 18 cm longitud, de cabeza y zona dorsal gris parduzco y remeras color rufo; entre el pico y el ojo tiene color negro y cola negruzca.

Para el cultivo de garbanzo uno de los más dañinos en este cultivo, ya que comen los frutos conformen van alcanzando su madurez fisiológica.

2.10.8.2. Enfermedades

La rabia o tizón del garbanzo (*Ascochyta rabiei*)

Es un patógeno transmitido por semillas, aunque los rastrojos de cultivos infectados también sirven de fuente de inóculo primario. La infección secundaria se realiza a través de esporas que son liberadas en cirros por picnidios. Días frescos, nublados y húmedos, favorecen el desarrollo de la enfermedad y la expulsión de los conidios, esta enfermedad se manifiesta en la floración; aunque cuando las condiciones son favorables y alta cantidad de inóculo, puede manifestarse en la etapa temprana del crecimiento del cultivo. Sus síntomas son la presencia de manchas en forma de v en las hojas con halo clorótico o en forma de semicírculo; en los tallos y peciolo se observan lesiones alargadas que terminan en estrangulamiento y sobre las lesiones, se desarrollan los picnidios que, en condiciones favorables de 10 a 20 °C de calor, liberarán cirros con conidios, los cuales serán dispersados por el viento y la lluvia a otras plantas.

Su manejo consiste, además, de la desinfección de semilla, en tratamientos preventivos (como mínimo uno antes de la floración y otro después), con productos fungicidas como, por ejemplo, compuestos de cobre en cualquiera de sus formas, Benomilo, captan, etc. (FCA-UNC, 2018).

Fusarium sp. Esta enfermedad la ocasiona hongos del género *Fusarium*, los cuales viven saprofitos sobre restos de vegetales. Atacan al garbanzo por su raíz, introduciendo el micelio del hongo por el cuello de las plantas y originando el marchitamiento de las plantas a taponar sus vasos.

Al arrancar la planta, se observa el cuello falta de turgencia y unas manchas pardas recubiertas de una vellosidad algodonosa, de un colorido rosado.

Aunque técnicamente es posible combatir esta enfermedad por medio de una desinfección de suelos, la rentabilidad del cultivo no permite esta solución. Se puede paliar algo el ataque de *Fusarium* mediante la desinfección de las semillas y el distanciamiento del cultivo el mayor tiempo posible (un mínimo de 6 a 8 años).

Cuando contraindicado por el producto fitosanitario que se esté empleando, es recomendable, al realizar los tratamientos, añadir al caldo un abono foliar rico en potasa, como puede ser nitrato potásico en dosis de 1 por 100 (Bravo, 2020).

Métodos de prevención:

- Empleo de semillas certificadas.
- Como las semillas pueden ser portadoras de la enfermedad se recomienda tratarlas previamente.
- Quema de los desechos de las plantas.
- Empleo de variedades resistentes.

2.10.9. Manejo de cosecha

El tiempo de cosecha de los garbanzos es de unos 130 a 160 días aproximadamente, vas a notar que tus garbanzos están listos para ser cosechados porque las hojas toman un color amarillo y las vainas aún se encuentran verdes. Para cosechar debes cortar las plantas a nivel del suelo y dejarlas secar en un lugar seco y ventilado por unos 7 días antes de trillarlas.

Pasados los 7 días debes trillar las vainas para obtener los garbanzos y para conservarlos lo más recomendable es mantenerlos en un recipiente de vidrio en un lugar refrigerado.

El momento de cosechar es cuando las hojas se tornan amarillas. En algunos países la recolección es manual, cortando las plantas por encima del nivel del suelo o de la raíz, se apilan en montones y se dejan secar durante una semana, antes de ser trilladas. En otros países la recolección es mecanizada mediante cosechadoras, éstas se adaptan de

forma que se parta la menor cantidad posible de grano. Antes del almacenamiento los garbanzos deben tener una humedad del 8-15% y deben conservarse en lugar seco y ventilado. (Gonzalez, 2015)

2.11. PROPIEDADES Y USOS DEL GARBANZO

Los garbanzos constituyen una legumbre no oleosa, es decir, no poseen un alto contenido en grasas sino por el contrario, su contenido es muy reducido y entre ellos predominan los ácidos grasos insaturados.

Sus nutrientes principales son las proteínas vegetales con alta proporción de aminoácidos esenciales y los hidratos de carbono complejos, así como la fibra según señala un estudio publicado en (British Journal of Nutrition.).

Entre sus micronutrientes destaca su contenido en calcio vegetal, potasio, magnesio, fósforo y diversas vitaminas del complejo B que contribuyen al funcionamiento del sistema nervioso central.

Su riqueza en esteroides vegetales adjudica a los garbanzos propiedades hipolipemiantes, es decir, ayuda a controlar el colesterol y otros lípidos en sangre, representando esto un beneficio para reducir factores de riesgo cardiovascular.

Por otro lado, por su riqueza en fibra y proteínas vegetales, así como por demandar masticación, los garbanzos como otras legumbres favorecen la saciedad en el organismo. (GOTTAU, 2020)

2.11.1. Valor nutricional

En la siguiente tabla se muestra el valor nutricional del garbanzo.

Tabla. 3 Valor nutricional

Valor nutricional del garbanzo en 100g de sustancia	
Agua	8.1 g
Proteínas	22.1 g
Glúcidos	57.8 g
Grasa	5.0 g
Fibra	4.0 g
Ceniza	3.0 g

Fuente: (Alviar, 2002)

Los principales derivados a base de garbanzo van desde harinas y sus derivados; como grano para comidas; así también por su gran fuente de proteínas se lo usa para hacer alimentos balanceados para los animales; también tiene diferentes usos en la industria(Asimbaya,2011).

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

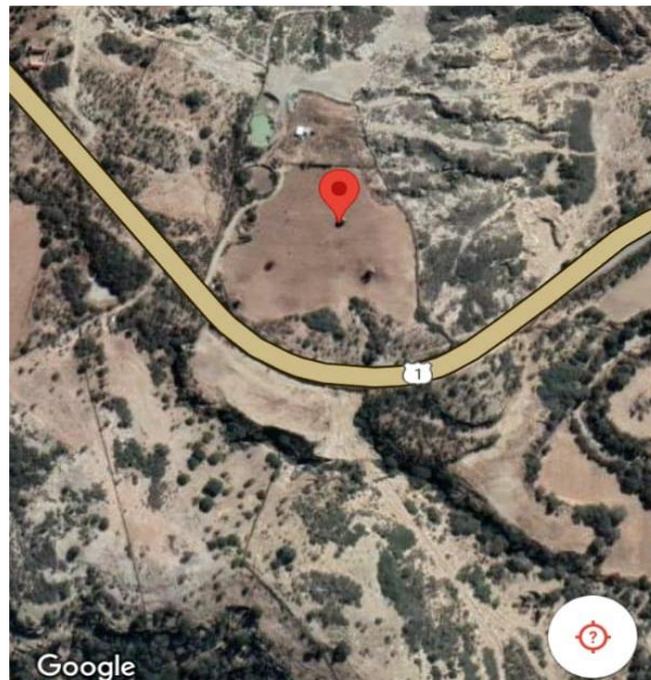
CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El estudio está localizado en la comunidad de Chalarmarca, provincia Arce del departamento de Tarija; encontrándose distante a 55 km de la ciudad de Tarija.

Geográficamente ubicado entre las coordenadas $21^{\circ}53'14''$ latitud sur y $64^{\circ}42'46''$ longitud oeste; sobre la carretera a Bermejo.



3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

3.2.1. Temperatura

La temperatura media es de $16,7^{\circ}\text{C}$, con una máxima y mínima promedio de $24,6^{\circ}\text{C}$ y $8,8^{\circ}\text{C}$

3.2.2. Precipitación

Las precipitaciones pluviales totales anuales, oscilan de 1,0 mm en el mes de julio a una máxima de 145,4 mm en el mes de enero; identificándose dos periodos: un periodo

seco que abarca los meses de mayo a septiembre y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril.

3.2.3. Humedad

La humedad relativa promedio es de 67%. En general el verano se caracteriza por una humedad relativa alta; por otra parte, en invierno se caracteriza por temperatura y humedad relativa baja y con ausencia de precipitaciones.

3.2.4. Vientos

La dirección del viento predominante es el sur – este con una velocidad promedio de 2,6 km/h.

3.2.5. Riesgos climáticos

Las temperaturas bajas que se presentan en la estación invernal, representan un serio riesgo para los cultivos a riego que se desarrollan en invierno y que son susceptibles a este fenómeno. Otro aspecto climático que afecta a la región es la sequía, es decir, la falta de precipitación oportuna que muchas veces ocasiona la pérdida total de los cultivos a temporal; en nuestro lugar de siembra se cuenta con canales de micro riego. (aspectos escapiales, 2022) (Plan de desarrollo municipal , 2022)

3.2.6. Suelo

Los suelos en Chalamarca son suelos francos arcillo limosos, moderadamente profundo de 50 a 100 cm, con una consistencia blando a ligeramente duro, con una pendiente terraceda, inclinado 5 a 15%. (FAO 1990)

3.2.7. Vegetación

Entre la vegetación más importante tenemos:

Tabla. 4 Vegetación natural del lugar de plantas arbóreas

Vegetación natural del lugar		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae
Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	Leguminosae
Árboles frutales del lugar		
Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
Higuera	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae

3.2.7.1. Vegetación Arborea

Los árboles naturales o del lugar, son los que normalmente están presente en nuestro lugar de estudio, y son árboles que resisten muy bien a condiciones ambientales adversas como la sequía o fuertes fríos; en cuanto a árboles frutales el duraznero, membrillo y las higueras son los que mejor se adaptan y desarrollan en el lugar de sus alrededores de la zona de estudio.

3.2.7.2. Vegetación Arbustiva

Tabla. 5 Vegetación natural Arbustiva

Vegetación Arbustiva		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Hediondilla	<i>Cestrum parqui</i> L'Heritier	Solanaceae

Una de las plantas arbustivas más comunes de ver es la hediondilla, una planta altamente toxica para los animales.

3.2.7.3. Herbáceas

Tabla. 6 Vegetación natural de plantas herbáceas

Vegetación natural del lugar		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Gramma	<i>Cynodon sp.</i>	Poaceae
Cadillo	<i>Cenchrus sp.</i>	Poaceae
Cultivo		
Maíz	<i>Zea mays</i> L	Poaceae

Del grupo de gramíneas consideradas como malas hierbas y que perjudican, el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Uno de los cultivos beneficiosos en el lugar es el maíz, que les sirve de alimentación propia y de sus animales.

3.2.7.4. Hortalizas

Tabla. 7 Cultivos producidos históricamente

Cultivos producidos históricamente		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	Solanaceae
Garbanzos	<i>Cicer arietinum</i> L.	Leguminosae

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022)

Los cultivos anuales son muy importantes, y entre estos los más producidos y de forma intensiva son los ya mencionados; estas hortalizas son indispensables y las más comercializadas en nuestro medio, como así también a nivel nacional.

3.3. MATERIALES

3.3.1. Material vegetal

En este trabajo de investigación se utilizó garbanzo de variedad criolla por su gran adaptabilidad al lugar de investigación.

Garbanzo: variedad criolla

3.3.2. Material de campo

- Arado con tractor
- Azadón
- Pala
- Estacas

- Wincha
- Romana
- Flexómetro
- Letreros
- Libreta de campo

3.3.3. Material de escritorio

- Calculadora
- Computadora
- Impresora

3.3.4. Fertilizantes y Abono orgánico caprino utilizado

El uso de fertilizantes siempre es muy importante en cualquier cultivo, debido a una de las exigencias del mismo; en nuestra investigación usaremos distintos fertilizantes de manera combinada fertilizantes químicos y abono orgánico caprino, como así también un testigo con una mínima fertilización tradicional con estiércoles de ganado ovino y vacuno de 0,5 tn/ha.

Tabla. 8 Requerimiento de macronutrientes en el cultivo de garbanzo para 2000 kg/ha.

Requerimiento de macronutrientes en el cultivo de garbanzo para 2000 kg/ha	
Nitrógeno	114 kg
Fosforo (P 2 O 5)	12 kg
Potasio (K2 O)	76 kg

Fuente: (INTA, 2007).

3.4. MÉTODOS

3.4.1. Diseño experimental

Se utilizará un diseño de dos factores de bloques completos al azar con factor de (3x4), con 12 interacciones y tres repeticiones; con 36 unidades experimentales.

Variables de estudio:

a) fertilización

b) Densidad

Factor A	Factor B	Interacciones	R 1	R 2	R 3
F 1 = 0,017% M.O.	D 1 = 0,20 m	1			
	D2 = 0,30 m	2			
	D3 = 0,40 m	3			
F 2= 5 % M.O.+ 100% NPK	D 1 = 0,20 m	4			
	D2 = 0,30 m	5			
	D3 = 0,40 m	6			
F 3= 5 % M.O.+ 120% NPK	D 1 = 0,20 m	7			
	D2 = 0,30 m	8			
	D3 = 0,40 m	9			
F 4= 5 % M.O.+ 80% NPK	D 1 = 0,20 m	10			
	D2 = 0,30 m	11			
	D3 = 0,40 m	12			

3.4.2. Descripción de factores a evaluar

Factor A = Uso de fertilizantes de manera combinada con Abono orgánico caprino

F1= Testigo (0,5 tn/ha aproximadamente de estiércoles de ganado vacuno y ovino), aplicación de forma tradicional un mes antes de la siembra y es equivalente a 0,017 % de materia orgánica de un suelo ideal al 5% de la misma.

F2= fertilización combinada, aplicaremos estiércol de cabra para llegar al 5 % de materia orgánica ideal y aplicaremos el 100% de fertilización.

F3= fertilización combinada, aplicaremos estiércol de cabra para llegar al 5 % de materia orgánica ideal y aplicaremos el 120% de fertilización química.

F4= fertilización combinada; aplicaremos estiércol de cabra para llegar al 5 % de materia orgánica ideal y aplicaremos el 80% de fertilización química.

La incorporación y la dosificación estarán dadas, a partir de un análisis de suelo y la relación al requerimiento del cultivo.

Factor B= Densidades de siembra

D1= La densidad aplicada es de 0,20 cm entre planta y planta y 0,70 cm entre surco y surco.

D 2 = La densidad aplicada es de 0,30 cm entre planta y planta y 0,70 cm entre surco y surco.

D 3 = La densidad aplicada es de 0,40 cm entre planta y planta y 0,70 cm entre surco y surco.

3.4.1.1. Interacciones

Las interacciones a utilizarse son combinadas; el uso de recursos como la materia orgánica y los abonos inorgánicos, sumados a una correcta densidad de siembra serán indispensables para lograr buenos resultados en la producción y en los rendimientos del cultivo. Por lo que se provo los siguientes interacciones:

Descripción de las interacciones

- 1: F 1 D1= La primera interacción será el testigo de manera tradicional (estiércol de vaca u oveja) 0,5 tn/ ha+ una distancia entre planta y planta de 0,20 cm.
- 2: F 1 D2= La segunda interacción será el testigo de manera tradicional (estiércol de vaca y oveja) 0,5 tn/ ha + una distancia entre planta y planta de 0,30 cm.

- 3: F 1 D3= La tercera interacción será el testigo de manera tradicional (estiércol de vaca y oveja) 0,5 tn/ ha + una distancia entre planta y planta de 0,40 cm.
- 4: F 2 D 1= La cuarta interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 100 % + una distancia entre planta y planta de 0,20 cm.
- 5: F 2 D 2= La quinta interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 100 % + una distancia entre planta y planta de 0,30 cm.
- 6: F 2 D 3= La sexta interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 100 % + una distancia entre planta y planta de 0,40 cm.
- 7: F 3 D 1= La séptima interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 120 % + una distancia entre planta y planta de 0,20 cm.
- 8: F 3 D 2= El octavo tratamiento será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 120 % + una distancia entre planta y planta de 0,30 cm.
- 9: F 3 D 3= La novena interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 120 % + una distancia entre planta y planta de 0,40 cm.
- 10: F 4 D 1= La décima interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 80 % + una distancia entre planta y planta de 0,20 cm.
- 11: F 4 D 2= La décima primera interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 80 % + una distancia entre planta y planta de 0,30 cm.

- 12: F 4 D 3= La décima segunda interacción será el uso de abono caprino igualando el 5% de materia orgánica óptima del suelo y fertilización química al 80 % + una distancia entre planta y planta de 0,40 cm.

3.4.2. Características del diseño experimental

3.4.2.1. Unidad experimental:

Contaremos con 36 unidades experimentales; cada unidad experimental está compuesta por una parcela de 6 metros de largo * 5 metros de ancho, dando un área de 30 m².

3.4.2.2. Diseño de campo

- Número de surcos por unidad experimental :7 surcos
- Largo del surco: 6 m
- Ancho de unidad experimental: 5 m
- Superficie de unidad experimental:30 m²
- Número de unidades experimentales: 36
- Distancia entre unidad experimental de manera horizontal. – 1 m
- Distancia entre unidad experimental de manera vertical. – 0,50 m

Distancia entre plantas:

D 1= 0,20 metros entre planta/planta

D 2= 0,30 metros entre planta/planta

D 3= 0,40 metros entre planta/planta

- Distancia entre surcos: 0,70 m
- Superficie neta: 1080 m²
- Superficie total: 1310 m²

Área de cosecha

Para el cálculo de área de cosecha se a descartado dos surcos laterales y las plantas de cabecera por efecto de bordura, de largo se tiene 4 metros y el ancho 3,50 metros, haciendo un total de 14 m².

$$A = L \times A$$

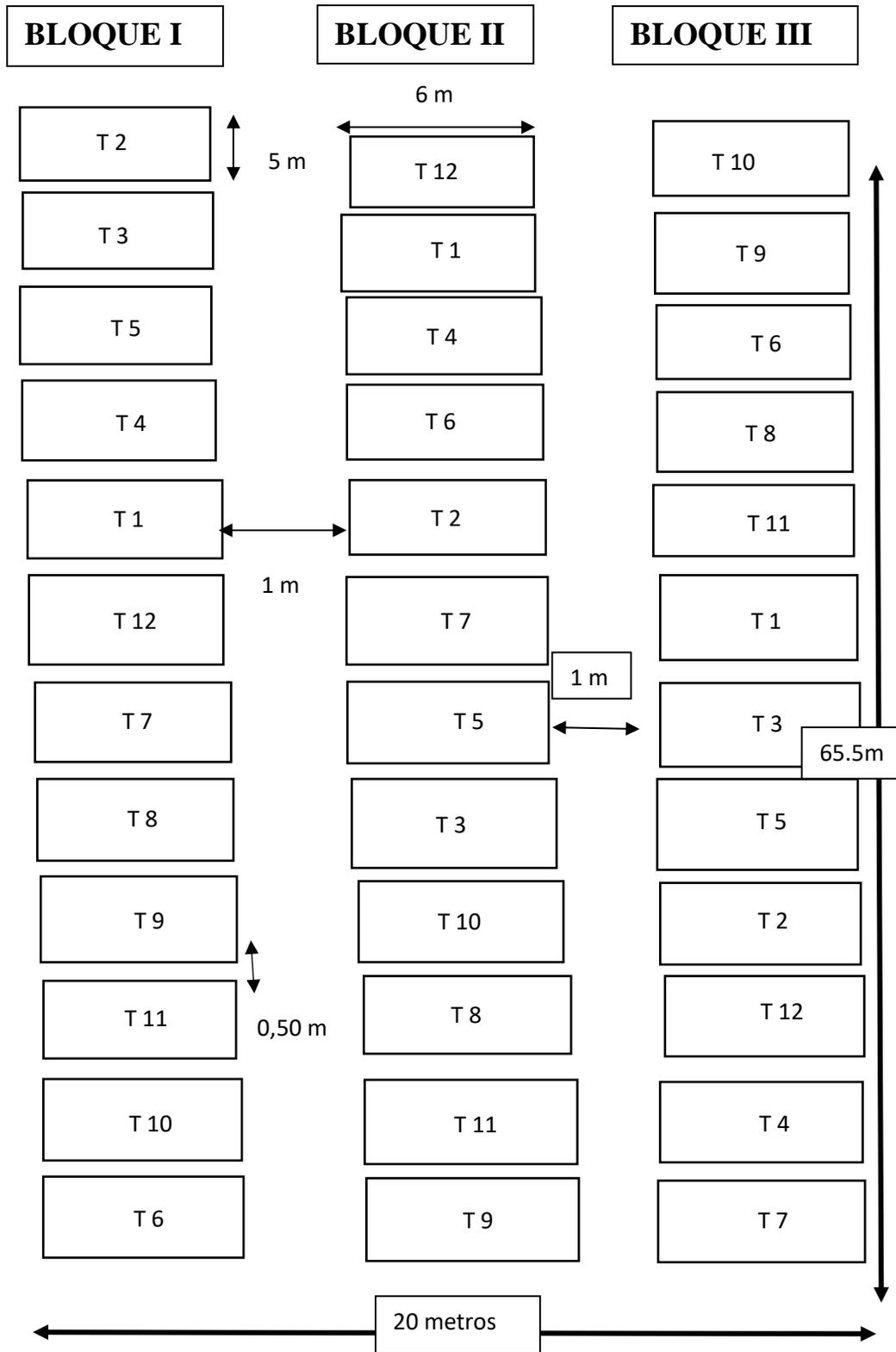
$$A = 4 \text{ m} \times 3,50 \text{ m}$$

$$A = 14 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta la siguiente área de cosecha, se puede mencionar que el número de plantas de las tres densidades de siembra van a ser las siguientes:

- D 1 = 100 plantas
- D 2 = 66 plantas
- D3 = 50 plantas.

Figura. 2 Diseño en campo



3.5. PROCEDIMIENTO EN CAMPO

3.5.1. Establecimiento de las parcelas

- **Preparación del suelo**

Se procedió al arado del suelo, luego una rastreada correspondiente para después realizar la nivelación y demarcación parcelaria en forma manual, con la finalidad de dejar apto para su siembra.

- **Muestreo del suelo para análisis en laboratorio**

El muestreo del suelo se realizó al azar en zig – zag

La toma de muestras se realizó cada 10 pasos, en forma de zig-zag; donde extrajimos 6 muestras del área ocupada para la investigación.

- **Delimitación de parcelas**

La delimitación de las parcelas consistió en realizar el trazado y estacado de las parcelas, los bloques con ayuda del flexómetro y la wincha

- **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual a golpe dejando caer dos semillas para luego ser raleado y dejar una sola planta.

3.5.2. Labores culturales

Entre las principales labores culturales tenemos las siguientes:

- **La aplicación de riego**

La aplicación del riego estará determinada de acuerdo al ciclo y requerimiento del cultivo.

- **Control de malezas**

El control de malezas se la hará de forma manual

- **Aporque**

Se realizará aproximadamente a los 30 o más días; dependiendo de la altura de las plantas estén entre los 15 a 20cm, con arado

- **Fertilización**

El cultivo de garbanzo, es un cultivo con bajas exigencias en fertilización, debido que es una leguminosa; sin embargo, se probara una fertilización combinada.

La extracción de nutrientes para un rendimiento de 2000 kg/ ha es de 114 kg de nitrógeno N, 12 kg de fosforo (P₂ O₅) y 76 kg de potasio K₂ O.

Para nuestro estudio se usó dos tipos de fertilizantes:

Orgánico a base de estiércol de cabra con un porcentaje del 85 % de materia orgánica y una concentración de NPK de 6,1 kg de nitrógeno, 5,2 kg de fósforo y 5,7 kg de potasio por una tonelada de estiércol; aplicados momentos antes de la siembra.

Fertilizante químico (urea con 46% Nitrógeno/100 kg).

Aplicándolos en dos etapas; la primera etapa se agregó estiércol de cabra al suelo antes de la siembra y la segunda etapa se aplicó fertilizante inorgánico, momentos antes del aporque a los 30 a 35 días después de la siembra.

- **Cosecha**

Se la realizo la cosecha de forma manual a los 140 días después de la siembra.

3.6. Variables a medir

- Días de emergencia
- Días a la Floración
- Altura de plantas en la floración (cm)
- Diámetro de plantas en la floración (cm)
- Días a la madurez fisiológica del fruto
- Rendimiento en ton/ha.

- **Toma de datos:** Se evaluó el rendimiento y la interacción entre fertilización y sometido a diferentes densidades.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se presentan a continuación:

4.1. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA A AGREGAR AL SUELO PARA IGUALAR AL 5 % IDEAL

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 9 Resultado del análisis del suelo en estudio.

PARÁMETRO	RESULTADO	CLASIFICACIÓN	MÉTODO
Materia orgánica	1,90 %	Baja	Colorímetro
pH	8. 34	Alcalino	Electrométrico
Nitrógeno total	0,10%	Bajo	Kejdahi
Fosforo Olsen	9. 90 ppm	Bajo	Colorimétrico
Potasio	26. 53 ppm	Bajo	Abs Atómica
Da	1,40 g/cm ³		Gravimetría/calculo

Fuente: Laboratorio de suelos de (F.C.A.F.)

4.1.1. Cantidad de estiércol en kg., a añadir para igualar a 5 % de materia orgánica.

Para igualar un volumen de 2000 m³ en una hectárea, necesitaremos 102.117,6 kilogramos de estiércol de cabra; con esta cantidad cubrimos el 5 % de materia orgánica de nuestro suelo en estudio.

4.1.2. Dosificación del estiércol

Según la tabla de composición de materias orgánicas de origen animal en kg/Tn.

Caprinos (N = 6,1; P₂O₅ = 5,2; K₂O = 5,7) / 1000 kg. de estiércol.

Tabla. 10 Incorporación y distribución de estiércol en (Tn/ha) en 7 Años

Incorporación y distribución de estiércol en (Tn/ha) en 7 Años						
1	2	3	4	5	6	7
14.58	14.58	14.58	14.58	14.58	14.58	14,58
14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%

Fuente (Longoria, 2000)

Para cada año por un periodo de 7 años utilizaremos en el primer año 14.588,2 kilogramos de estiércol, donde tendremos N = 88,98 kg, P₂O₅ = 75, 85kg, K₂O = 83,1 kg.

Cuando el material es procesado, prácticamente los nutrientes son 100% aprovechables; cuando no es así, se considera que el nitrógeno se libera en un 50% el primer año, 35% el segundo y 15% el tercero (Cruz, 1986).

Por lo cual podemos afirmar que en 14588,2 kilogramos de estiércol agregado el primer año tendremos una eficiencia del 50% es decir: N = 44,5 kg, P₂O₅ = 37,9 kg, K₂O = 41,5 kg.

4.1.3. Determinación de la dosis a aplicar suplementada con fertilizante sintético en las interacciones

En la siguiente tabla se muestra el requerimiento del cultivo; además las cantidades de estiércol y fertilizantes para cubrir dicho requerimiento.

Tabla. 11 Determinación de la dosis a aplicar suplementada con fertilización inorgánica kg/ha.

Rendimiento de 2000 kg/ha				Fertilización inorgánica (urea) kg/ha			
Macronutrientes	Req. Kg/ha	NPK en Suelo	Cant. NPK en 14.588,2 kg de Estiércol	F1= 0 %	F2= 100%	F3= 120 %	F4= 80%
N (NO ₃ -)	114	39,2	44,5	0	29,3	35,15	21,6
P ₂ O ₅	12	6,34	37,9 -	Fertilización orgánica (estiércol de cabra) kg/ha/año			
K ₂ O	76	53,5	41,5 -	500	14588	14588	14588

Fuente: Elaboración propia

Se requiere cubrir la demanda de nitrógeno; de fósforo y potasio no se requiere debido a que cubrimos el requerimiento del cultivo.

- Para cubrir el 100 % necesitamos 30,3 kg/ha nitrógeno
- Para cubrir el 120% necesitamos 36,4 kg/ha nitrógeno
- Para cubrir el 80% necesitamos 24,2 kg/ ha nitrógeno

4.1.4. ¿Cantidad y modo de aplicación de estiércol caprino?

Para cubrir el requerimiento de un suelo ideal al 5 % de materia orgánica; con nuestro suelo teniendo 1,9 % de materia orgánica, tendremos que agregar 102.117,6 kilogramos de estiércol caprino; por lo que distribuiremos en un periodo de 7 años y la metodología a aplicar será de la siguiente manera.

Tabla. 12 Metodología de aplicación de Estiércol caprino (Tn/ha) para 7 Años

Metodología de aplicación de Estiércol caprino (Tn/ha) para 7 Años						
14.58	21.88	7.29	7.29	29.17	7.29	14.58
14,3%	21,45%	7,1%	7,1%	28,6%	7.1%	14,3%

Fuente (Longoria, 2000)

- La cantidad a aplicar el primer año es de 14,58 tn/ha de estiércol caprino, con una descomposición de 3 meses
- Se recomienda que el estiércol de cabra sea semi incorporado a la tierra, ya que al colocarse en la superficie los nutrientes pueden perderse y no pasar al suelo; así mismo debe ser aplicado antes de siembra, aproximadamente unos 30 a 45 días antes de la siembra.

4.2. DÍAS DE EMERGENCIA DEL CULTIVO DE GARBANZO

Los días a la germinación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 13 Días de emergencia del cultivo de garbanzo.

Interacciones	Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
1: F1 D1	13,00	12,00	14,00	39,00	13,00
2: F1 D2	13,00	12,00	11,00	36,00	12,00
3: F1 D3	15,00	13,00	11,00	39,00	13,00
4: F2 D1	14,00	15,00	11,00	40,00	13,33
5: F2 D2	14,00	14,00	12,00	40,00	13,33
6: F2 D3	12,00	15,00	15,00	42,00	14,00
7: F3 D1	13,00	14,00	13,00	40,00	13,33
8: F3 D2	13,00	12,00	14,00	39,00	13,00
9: F3 D3	15,00	14,00	15,00	44,00	14,67
10: F4 D1	14,00	12,00	14,00	40,00	13,33
11: F4 D2	12,00	12,00	14,00	38,00	12,67
12: F4 D3	12,00	13,00	15,00	40,00	13,33
Total	160,00	158,00	159,00	477,00	

Según los resultados de esta tabla los días de emergencia se encuentran entre los 12 y 14,67 días a la germinación. Siendo la interacción 2 (F1x D2), en emerger en menos días, y la interacción 9 (F2 D3), fue una de las últimas en emerger con un promedio de 14,67 días.

4.2.1. Análisis de la varianza de días de emergencia

En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla. 14 Análisis de la varianza de días de emergencia.

FV	GL	SC	CM	Fcal		Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	0,16	0,083	0,043	Ns	3,44	5,72
Factor A (Fertilizante)	3	5,63	1,87	0,97	Ns	3,05	4,82
Factor B (Densidad)	2	6	3	1,55	Ns	3,44	5,72
Int (AxB)	6	2,44	0,40	0,21		2,54	3,75
Error	22	42,50	1,93				
Total	35	56,7500					

% Cv = 10,48 %

Ns No es significativo

*Significativamente diferente

**Altamente significativo

No existen diferencias significativas ni al 5 % ni al 1% entre bloques, factor A, factor B e interacción de A x B, en esta etapa del cultivo.

Está netamente relacionado a las condiciones de humedad y calidad de semilla. La siembra puede ser directa o por semillero, y tarda entre 10 y 15 días en germinar (Reynoso, 2019).

Estos datos concuerdan con el autor (Reynoso, 2019) que los días a la germinación esta entre 10 y 15 días después de la siembra.

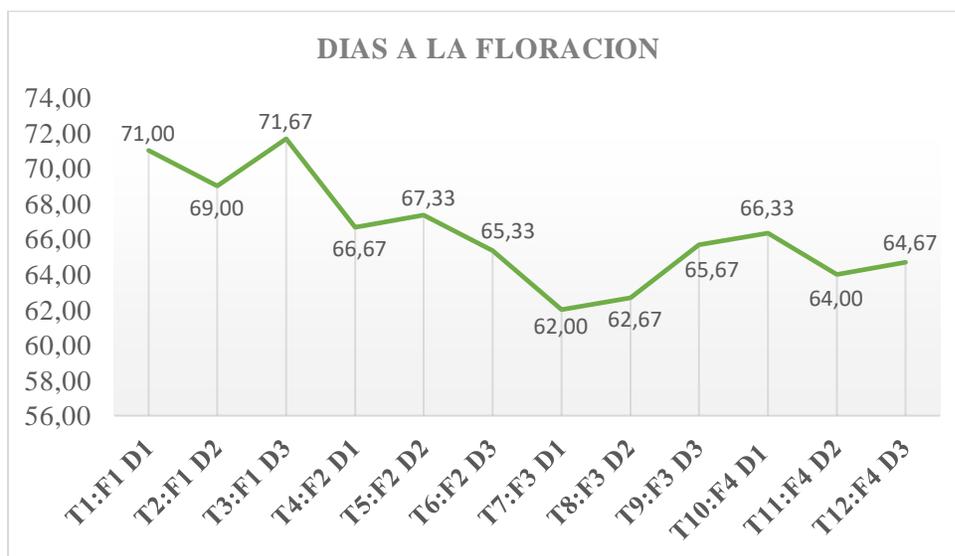
4.3. DÍAS A LA FLORACIÓN

Los días a la floración se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 15 Días a la floración.

Interacciones	Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
1: F1 D1	73,00	69,00	71,00	213,00	71,00
2:F1 D2	65,00	72,00	70,00	207,00	69,00
3:F1 D3	71,00	75,00	69,00	215,00	71,67
4:F2 D1	70,00	65,00	65,00	200,00	66,67
5:F2 D2	71,00	69,00	62,00	202,00	67,33
6:F2 D3	59,00	71,00	66,00	196,00	65,33
7:F3 D1	64,00	62,00	60,00	186,00	62,00
8:F3 D2	65,00	60,00	63,00	188,00	62,67
9:F3 D3	69,00	62,00	66,00	197,00	65,67
10:F4 D1	66,00	70,00	63,00	199,00	66,33
11:F4 D2	64,00	66,00	62,00	192,00	64,00
12:F4 D3	68,00	60,00	66,00	194,00	64,67
TOTAL	805,00	801,00	783,00	2389,00	

Figura. 3 Días a la floración



Sobre los días a la floración del garbanzo, varían su floración desde los 62 a 71,67 días después de la siembra. Siendo las interacciones 7 (F3 D1) y 8 (F3 D2); con una fertilización combinada del 5 % de estiércol de cabra y 120% de fertilización química en llegar en menos días.

Los días a la floración aparecerán a los 50 días después de la siembra la cual dependerá básicamente de la temperatura y fotoperiodo, así como a la genética de la variedad y puede durar ente 35 a 55 días de presencia de flores (Schwartz, 2011).

Además, la fertilización juega un papel fundamental en el estado nutricional del cultivo y en la inducción floral. Mezclas balanceadas con nitrógeno, fósforo, potasio y pequeñas cantidades de hierro, zinc o manganeso, pueden inducir a la floración (Linsangan, 1979).

Se justifica que la tardanza de días a la floración fue por las bajas temperaturas extendidas hasta la fecha y además por daños sufridos a comienzos del cultivo por individuos como las liebres pudiendo así retrasar la floración y ciclo de cultivo.

Además, se puede atribuir a ciertas diferencias debido a que se usó una fertilización combinada entre urea y estiércol caprino; mismo que por sus características nutrimentales además de contener macronutrientes este presenta micronutrientes esenciales para el cultivo por lo cual se afirma lo que da a conocer el autor (Linsangan, 1979), teniendo de esa manera una diferencia en los días de floración.

4.3.1. Análisis de la varianza de los días a la floración

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la varianza:

Tabla. 16 Análisis de la varianza de los días a la floración.

FV	GL	SC	CM	Fcal		Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	22,88	11,44	0,91	Ns	3,44	5,71
Factor A (Fertilización)	3	251,63	83,88	6,67	**	3,05	4,81
Factor B (Densidad)	2	7,38	3,69	0,29	Ns	3,44	5,72
Int (AxB)	6	41,94	6,99	0,55		2,55	3,76
Error	22	276,44	12,56				
Total	35	600,305					

% C.V. = 5,34 %

Ns No es significativo

*Significativamente diferente

**Altamente significativo

Se encuentra que existe diferencia altamente significativa al 5 % y 1 % para las fuentes de variación que corresponden al factor A, por lo que se procederá a realizar una prueba de comparación de medias Tukey.

4.3.2. Prueba de Tukey al 5 % para el factor A de la variable días a la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 17 Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.

DSH (0,05) = 4,63

Fertilización	Medias	
F3	63,44	A
F4	65,00	AB
F2	66,44	B
F1	70,56	B

Se evidencio que existen dos valores con la misma letra (A) y dos valores diferentes con letra (B); por lo que podemos deducir que F3 y F4 tienen diferencias significativas con respecto a F2 y F1 por lo que se procede a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.3.3. Prueba de Tukey al 1 % para el factor A de la variable días a la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 18 Prueba de Tukey al 1 % para el factor A.

$$DSH(0,01) = 5,83$$

Fertilización	Medias	
F3	63,44	A
F4	65,00	AB
F2	66,44	AB
F1	70,56	B

Se llega a la conclusión que no existen diferencias significativas entre F3, F4 y F2; pero si existe diferencia significativa con relación a F1, con un valor calculado a un nivel de significancia de 1%.

4.3.4. Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B de la variable días a la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 19 Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B.

$$DSH(0,05)=6,07$$

Interacción A x B	Medias	Literal
7: F3 D1	62	A
8: F3 D2	62,66	A
11: F4 D2	64	A
12: F4 D3	64,66	A
6: F2 D3	65,33	A
9: F3 D3	65,66	A
10: F4 D1	66,33	A
4: F2 D1	66,66	A
5: F2 D2	67,33	A
2: F1 D2	69	A
1: F1 D1	71	A
3: F1 D3	71,66	A

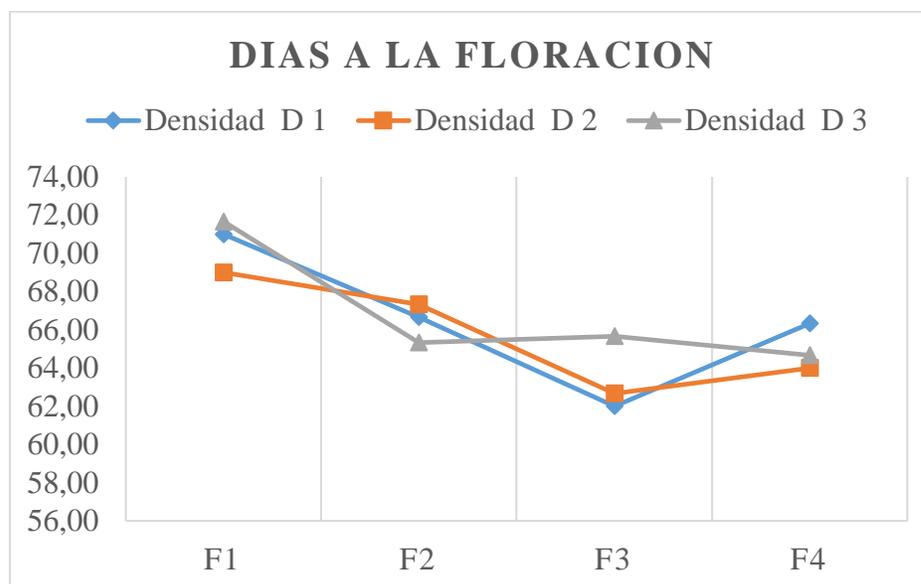
No existen diferencias significativas en la interacción de A x B en días a la floración, con una prueba Tukey de significancia al 5 %.

Tabla. 20 De doble entrada de la interacción fertilización y densidad de días a la floración.

Fertilización	Densidad		
	D 1	D 2	D 3
F1	71,00	69,00	71,67
F2	66,67	67,33	65,33
F3	62,00	62,67	65,67
F4	66,33	64,00	64,67

Representando gráficamente en tres líneas de tendencia que se cruzan entre sí que indican que hay un efecto multiplicativo por lo que los factores no son independientes induciendo a menos días en la floración, con el uso de estiércol caprino más una fertilización inorgánica; aunque dichas diferencias en una prueba Tukey al 5% de significancia no existen.

Figura. 4 Interacción de fertilización y densidad de días a la floración



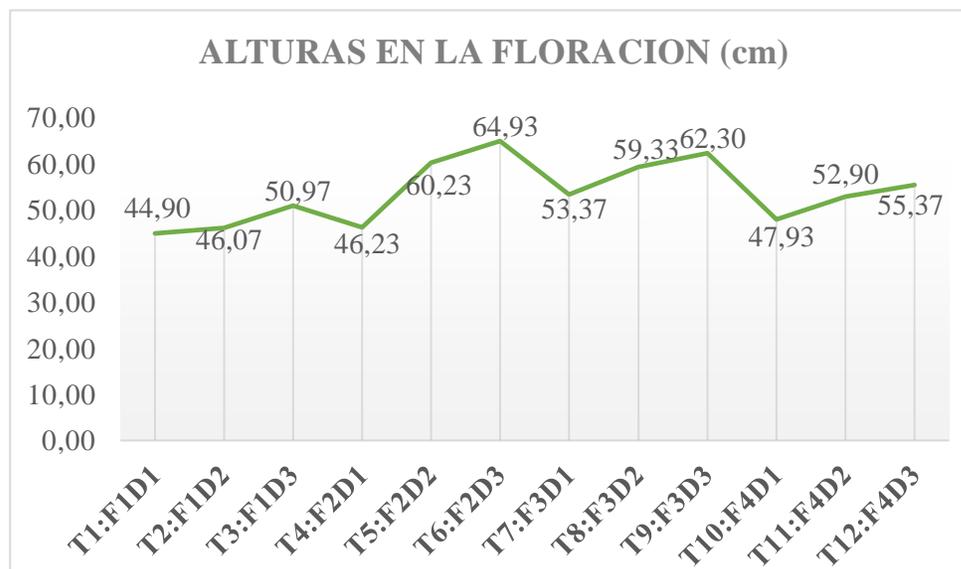
4.4. ALTURA DE PLANTAS EN LA FLORACIÓN (cm)

Las alturas de plantas al 50% de su floración se presentan en el siguiente Tabla.

Tabla. 21 Altura de plantas en la floración (cm).

Interacciones	Bloques			Suma	medias
	I	II	III		
1:F1 D1	51,30	41,60	41,80	134,70	44,90
2:F1 D2	37,50	54,50	46,20	92,00	46,00
3:F1 D3	42,30	58,70	51,90	152,90	50,97
4:F2 D1	54,20	43,30	41,20	138,70	46,23
5:F2 D2	53,50	61,80	65,40	180,70	60,23
6:F2 D3	65,20	70,20	59,40	194,80	64,93
7:F3 D1	50,60	55,20	54,30	160,10	53,37
8:F3 D2	68,70	51,80	57,50	178,00	59,33
9:F3 D3	62,00	52,60	72,30	186,90	62,30
10:F4 D1	40,80	49,80	53,20	143,80	47,93
11:F4 D2	57,40	49,50	51,80	158,70	52,90
12:F4 D3	62,20	54,50	49,40	166,10	55,37
Total	645,70	643,50	598,20	1887,40	

Figura. 5 Altura de plantas en la floración



Las alturas de plantas en la floración del garbanzo, varían su altura desde los 44,90 a 64,93 centímetros. Siendo las interacciones 6 (F2 D3) y 9 (F3 D3), quienes presentan las mayores alturas promedio; ambos con una fertilización combinada y a diferentes porcentajes de fertilización. Mientras la menor altura lo presenta el testigo T1 (F1 X D1). Es una planta de raíces profundas, tallos vellosos y fuertes, bastantes ramificados, que pueden llegar hasta una altura de 0,60 m (Gavonantes, 2007).

Estos rangos se encuentran dentro de la altura promedio que pueden crecer las plantas de garbanzo, por lo que se confirma lo ya mencionado por el autor.

4.4.1. Análisis de varianza de alturas de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 22 Análisis de varianza de alturas de plantas en la floración.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Signif.	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	0,21	0,11	0,0019	Ns	3,44	5,72
Factor A (Fertilización)	3	690,66	230,22	4,51	*	3,05	4,81
Factor B (Densidad)	2	649,79	324,89	6,36	**	3,44	5,72
Int. (Ax B)	6	190,37	31,73	0,62		2,55	3,75
Error	22	1123,97	51,090				
Total	35	2655,01					

% Cv = 13,25 %

Ns No es significativo

*Significativamente diferente

**Altamente significativo

Existe diferencias significativas, en cuanto al factor A; y diferencias altamente significativas en el factor B.

No existiendo así diferencias significativas entre bloques y la interacción de A x B.

4.4.2. Prueba de Tukey al 5 % para el factor A de variable altura de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 23 Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.

$$DSH (0,05) = 9,35$$

Fertilización	Medias	
F3	58,33	A
F2	57,13	A
F4	52,07	AB
F1	47,31	B

Se puede evidenciar que existen tres valores con la misma letra (A) y un valor diferente con letra (B); por lo que podemos deducir que la fertilización F3, F2 y F4 tienen diferencias significativas con F1 por lo que se procede a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.4.3. Prueba de Tukey al 5 % para el factor B de la variable altura de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 24 Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.

$$DSH (0,05) = 8,5$$

Densidad	Medias	
D3	58,39	A
D2	54,63	AB
D1	48,11	B

Se puede evidenciar que existen dos valores con la misma letra (A) y un valor diferente con la letra (B); por lo que podemos deducir que las densidades D3 y D1, no tienen diferencias significativas entre sí; pero si son diferentes a D2, por lo que se procederá a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.4.4. Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B de la variable altura de plantas en la floración.

Se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 25 Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B de la variable altura de plantas en la floración.

$$DSH (0,05) = 12,23$$

Interacción A x B	Medias	Literal
6: F2 D3	64,93	A
9: F3 D3	62,3	A
5: F2 D2	60,23	A
8: F3 D2	59,33	A
12: F4 D3	55,36	A
7: F3 D1	53,36	A
11: F4 D2	52,9	A
3: F1 D3	50,96	A
10: F4 D1	47,93	A
4: F2 D1	46,23	A
2: F1 D2	46,06	A
1: F1 D1	44,9	A

No existen diferencias significativas en la interacción A x B, con un valor calculado a un nivel de significancia del 5 %.

4.4.5. Prueba de Tukey al 1 % para el factor A de variable altura de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 26 Prueba de Tukey al 1 % para el factor A.

$$DSH (0,01) = 11,80$$

Fertilización	Medias	
F3	58,33	A
F2	57,13	A
F4	52,07	A
F1	47,31	A

Como se puede observar no existen diferencias significativas en el factor A con un valor calculado a un nivel de significancia del 1%.

4.4.6. Prueba de Tukey al 1 % para el factor B de variable altura de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 27 Prueba de Tukey al 1 % para el factor B

$$DSH (0,01) = 10,92$$

Densidad	Medias	
D3	58,39	A
D2	54,63	AB
D1	48,11	B

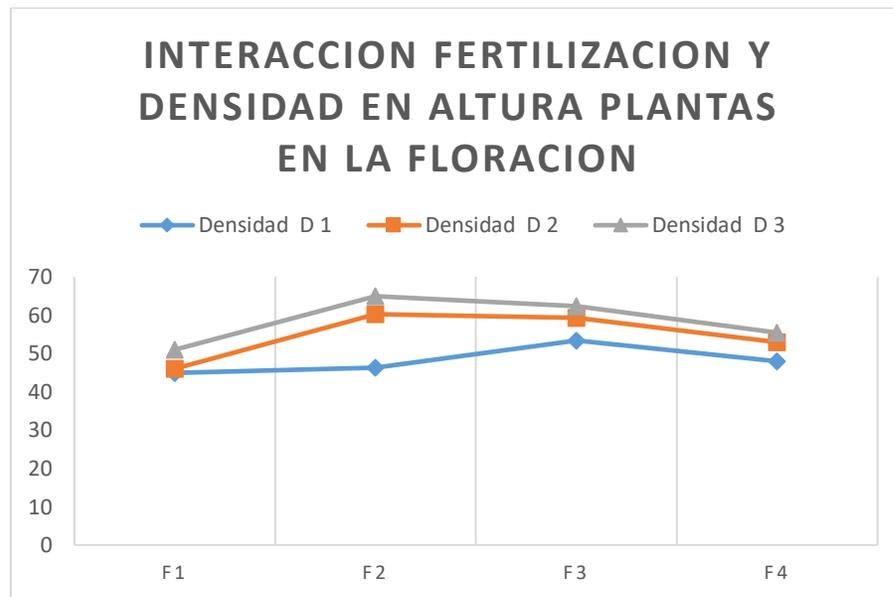
Se pueden observar que D3 y D2, tienen la misma letra (A) por lo que no presentan diferencias; pero son diferentes a D1. Con un valor calculado a un nivel de significancia del 1%.

Tabla. 28 De doble entrada de la interacción fertilización y densidad de altura de plantas en la floración

Fertilización	Densidad		
	D 1	D 2	D 3
F1	44,9	46	50,97
F2	46,23	60,23	64,93
F3	53,37	59,33	62,3
F4	47,93	52,9	55,37

Representando gráficamente en tres líneas de tendencia que se comportan de una manera que indican que tienen efectos aditivos por lo que los factores son independientes, por lo que la fertilización se comporta de manera similar con las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayor altura.

Figura. 6 De interacción de fertilización y densidad de altura de plantas en la floración.



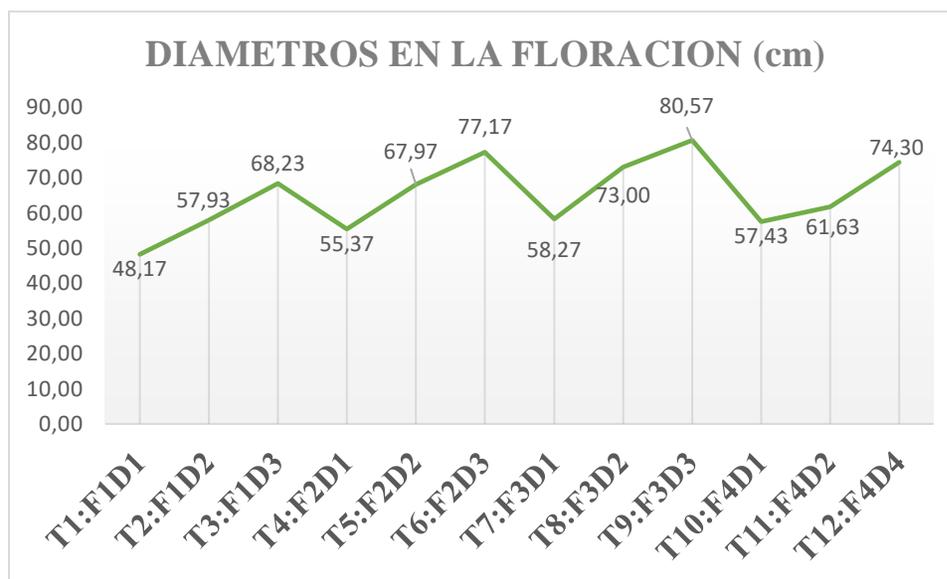
4.5. DIÁMETRO DE PLANTAS EN LA FLORACIÓN (cm)

Diámetro de plantas al 80% de floración del cultivo

Tabla. 29 Diámetro de plantas en la floración (cm)

Interacciones	Bloques			Suma	Medias
	I	II	III		
1:F1 D1	45,30	47,50	51,70	144,50	48,17
2:F1 D2	54,20	63,20	56,40	173,80	57,93
3:F1 D3	64,60	70,90	69,20	204,70	68,23
4:F2 D1	57,30	55,30	53,50	166,10	55,37
5:F2 D2	63,10	69,20	71,60	203,90	67,97
6:F2 D3	70,10	82,70	78,70	231,50	77,17
7:F3 D1	55,40	60,90	58,50	174,80	58,27
8:F3 D2	71,1	74,50	73,40	147,90	73,95
9:F3 D3	75,60	84,60	81,50	241,70	80,57
10:F4 D1	63,50	58,50	50,30	172,30	57,43
11:F4 D2	59,20	61,10	64,60	184,90	61,63
12:F4 D3	73,60	71,50	77,80	222,90	74,30
Total	681,90	799,90	787,20	2269,00	

Figura. 7 diámetro de plantas en la floración



El diámetro de plantas, se encuentran en un promedio de 48,17 y 80,57 centímetros. Siendo la interacción 9 (F3 X D3) en tener el mayor diámetro en plantas; mientras que la interacción 1 (F1 D1) es el de menor diámetro, en esta etapa de la floración.

Una de las particularidades de este cultivo; es presentar mayores diámetros en densidades mayores debido al mayor espaciamiento entre planta/planta. A su vez esto permite tener mayor entrada de luz, mejora la aireación, mejor desarrollo radicular, ayuda a evitar problemas fitosanitarios, floración uniforme y de esta manera nos da como resultados mayores rendimientos en la cosecha.

4.5.1. Análisis de varianza de diámetros de plantas en la etapa de floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 30 Análisis de varianza de diámetros de plantas

FV	GL	SC	CM	Fcal	Signif.	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	98,07	49,035	3,54	*	3,44	5,72
Factor A (Fertilización)	3	743,38	247,79	17,91	**	3,05	4,82
Factor B (Densidad)	2	2462,71	1231,35	89,01	**	3,44	5,72
Int (AxB)	6	94,26	15,71	1,13		2,55	3,75
Error	22	304,33	13,833				
Total	35	3702,77					

% Cv = 5,73%

Ns No es significativo

*Significativamente diferente

**Altamente significativo

Existen diferencias significativas en los bloques y altamente significativas en los factores A y B, por lo que se procederá a realizar una comparación de medias mediante la prueba Tukey.

4.5.2. Prueba de Tukey al 5 % para el factor A de variable diámetro de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 31 Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.

$$DSH (0,05) = 4,87$$

Fertilización	Medias	
F 3	70,61	A
F 2	66,83	AB
F 4	64,46	B
F 1	58,11	C

Se puede evidenciar que F3 y F2 tienen la misma literal (A), por lo que no tienen diferencias significativas en diámetros, mientras que F4 y F1, son diferentes entre sí y diferentes a las anteriores; por lo que se procede a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.5.3. Prueba de Tukey al 5 % para el factor B de variable diámetro de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 32 Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.

$$DSH (0,05) = 4,40$$

Densidad	Medias	
D 3	75,07	A
D2	65,13	B
D1	54,81	C

Se puede evidenciar que todas las literales son diferentes por lo que se procederá a realizar una prueba Tukey al 1 %.

4.5.4. Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B de la variable diámetro de plantas en la floración

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 33 Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B

$$DSH (0,05) = 6,37$$

Interacción A x B	Medias	Literal
F3 D3	80,56	A
F2 D3	77,16	AB
F4 D3	74,3	AB
F3 D2	73	AB
F1 D3	68,23	BC
F2 D2	67,96	BC
F4 D2	61,63	CD
F3 D1	58,26	CDE
F1 D2	57,93	CDE
F4 D1	57,43	CDE
F2 D1	55,36	DE
F1 D1	48,16	E

Al encontrar diferencias altamente significativas en la interacción A x B, se procede a realizar la prueba Tukey al 1 % de probabilidad.

4.5.5. Prueba de Tukey al 1 % para el factor A de variable diámetro de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 34 Prueba de Tukey al 1 % para el factor A

$$DSH (0,01) = 6,15$$

Fertilización	Medias	
F 3	70,61	A
F 2	66,83	AB
F 4	64,46	B
F 1	58,11	C

Se puede evidenciar que existen dos valores con la misma literal (A) y un valor diferente con literal (B) y otro con la letra (C); por lo que podemos deducir que la fertilización F3 y F2, no presentan diferencias significativas entre sí; pero si tienen diferencias significativas con respecto F4 y F1.

4.5.6. Prueba de Tukey al 1 % para el factor B de variable diámetro de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 35 Prueba de Tukey al 1 % para el factor B

$$DSH(0,01) = 5,69$$

Densidad	Medias	
D3	75,07	A
D2	65,13	B
D1	54,81	C

Se puede evidenciar que todas las literales son diferentes al 1% de esta prueba Tukey

Por lo podemos deducir que las densidades de siembra si afectan al diámetro de las plantas.

4.5.7. Prueba Tukey al 1 % para la interacción A x B de la variable diámetro de plantas en la floración.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 36 Prueba Tukey al 1 % para la interacción A x B

$$DSH(0,01) = 7,67$$

Interacción A x B	Medias	Literal
9:F3 D3	80,56	A
6:F2 D3	77,16	A
12:F4 D3	74,3	AB
8:F3 D2	73	AB
3:F1 D3	68,23	ABC
5:F2 D2	67,96	ABC
11:F4 D2	61,63	BC
7:F3 D1	58,26	CD
2:F1 D2	57,93	CD
10:F4 D1	57,43	CD
4:F2 D1	55,36	CD
1:F1 D1	48,16	D

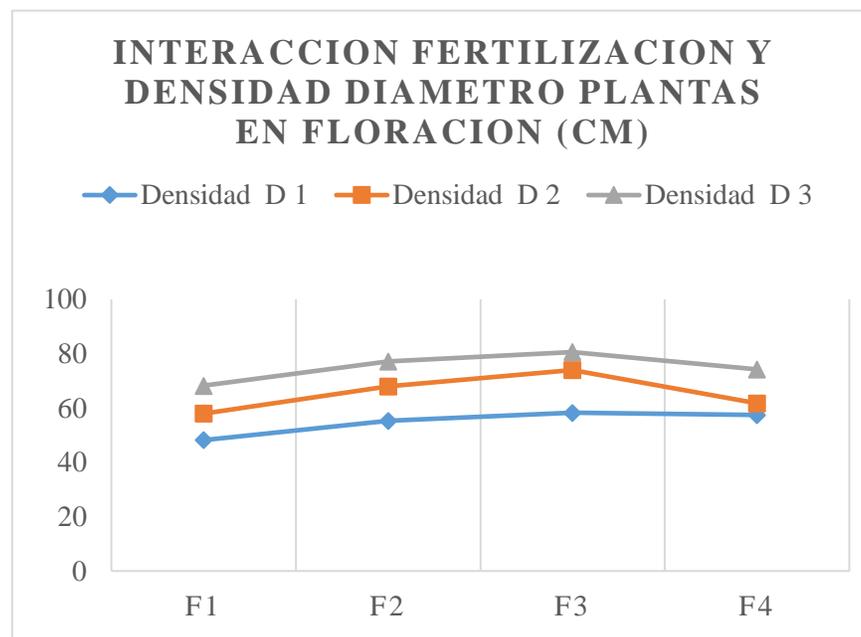
Se llega a la conclusión que las interacciones 9, 6, 12, 8, 3, 5, no presentan diferencias significativas en cuanto a diámetros de plantas y presentan los mayores diámetros.

Tabla. 37 De doble entrada de la interacción fertilización y densidad de diámetro de plantas en floración.

Fertilización	Densidad		
	D 1	D 2	D 3
F1	48,17	57,93	68,23
F2	55,37	67,97	77,17
F3	58,27	73,95	80,57
F4	57,43	61,63	74,3

Representando gráficamente en tres líneas de tendencia que se comportan de una manera que indican que tienen efectos aditivos por lo que los factores son independientes, por lo que la fertilización se comporta de manera similar con las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayor diámetros.

Figura. 8 de interacción de fertilización y densidad en diámetro de plantas en la floración (cm).



4.6. DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA DEL FRUTO

Los días a la madurez fisiológica del fruto se presentan en el siguiente Tablas:

Tabla. 38 Días a la madurez fisiológica del fruto

Interacciones	Bloques			Suma	Medias
	I	II	III		
1: F1 D1	127,00	124,00	128,00	379,00	126,33
2:F1 D2	126,00	129,00	125,00	380,00	126,67
3:F1 D3	124,00	128,00	126,00	378,00	126,00
4:F2 D1	127,00	122,00	128,00	377,00	125,67
5:F2 D2	127,00	122,00	128,00	377,00	125,67
6:F2 D3	129,00	128,00	125,00	382,00	127,33
7:F3 D1	122,00	125,00	125,00	372,00	124,00
8:F3 D2	126,00	125,00	124,00	375,00	125,00
9:F3 D3	127,00	124,00	125,00	376,00	125,33
10:F4 D1	122,00	131,00	127,00	380,00	126,67
11:F4 D2	125,00	123,00	125,00	373,00	124,33
12:F4 D3	128,00	127,00	123,00	378,00	126,00
Total	1510,00	1508,00	1509,00	4527,00	

Según los resultados de esta tabla de los días a la madurez fisiológica del fruto, el promedio se encuentra entre los 124 y 127,33 días. Siendo la interacción 7 (F3 x D1) en llegar a la madures fisiológica del fruto en menos días, y con mayores días tenemos la interacción 6 (F2 x D3).

La semilla a los 110 a 150 días, las vainas empiezan a cambiar su color verde grisáceo característico a un verde limón y posteriormente a amarillo y se puede decir que esta planta a entrado a su madurez fisiológica, lo cual se presenta cuando el cultivo ya ha acumulado de 1630 a 1850 UC, determinándose cuando el 50 % de las vainas han cambiado a un color amarillento (Avila, 2014).

La madurez fisiológica de nuestro cultivo esta entre los 124 y 127 días demostrando que estos datos concuerdan con el autor mencionado.

4.6.1. Análisis de varianza de días a la madurez fisiológica del fruto.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 39 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fcal		Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	0,16	0,083	0,0126	Ns	3,44	5,72
Factor A (Fertilización)	3	13,64	4,54	0,68	Ns	3,049	4,81
Factor B (Densidad)	2	3,50	1,75	0,26	Ns	3,44	5,72
Int (AxB)	6	14,27	2,37	0,36		2,55	3,75
Error	22	145,16	6,59				
Total	35	176,75					

% Cv = 2,04 %

Ns No es significativo

*Significativamente diferente

**Altamente significativo

No existen diferencias significativas, en cuanto a los bloques, factor A (fertilización), factor B (densidad) e interacción de las mismas.

4.7. Rendimiento en Toneladas por hectárea (Tn/ha)

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 40 Rendimiento en Toneladas por hectárea (Tn/ha)

Interacciones	Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
1:F1 D1	1,78	1,67	1,61	5,06	1,69
2:F1 D2	1,90	2,13	1,74	5,77	1,92
3:F1 D3	1,45	2,12	1,86	5,43	1,81
4:F2 D1	3,12	2,85	2,44	8,41	2,80
5:F2 D2	4,17	3,62	3,32	11,11	3,70
6:F2 D3	3,95	3,14	3,79	10,88	3,63
7:F3 D1	3,35	4,12	3,66	11,13	3,71
8:F3 D2	4,27	3,98	4,14	12,39	4,13
9:F3 D3	3,88	3,97	4,11	11,96	3,99
10:F4 D1	2,67	2,67	2,84	8,18	2,73
11:F4 D2	2,98	3,14	3,02	9,14	3,05
12:F4 D3	2,84	2,97	2,52	8,33	2,78
Total	36,36	36,38	35,05	107,79	

Figura. 9 De rendimiento en tn/ha



Según el resultado de esta tabla de rendimiento en tn/ha, el promedio está entre 1,69 a 4,13 tn/ha. Siendo las interacciones 8 y 9 en alcanzar los mayores rendimientos.

Algunos autores consideran que para poder producir una tonelada de grano el cultivo de garbanzo remueve 52 - 67,3 kg de Nitrógeno, 10 kg de P₂O₅, 40 kg de K₂O y 19 kg de CaO (Morales et al., 2004), 38 g de Zn, 868 Fe, 70 g Mn y 113 de Cu (Ahlawat et al., 2007). Por lo que para obtener una producción de 2.3 ton/ha el garbanzo debe de absorber 120 kg de nitrógeno 23 kg de P₂O₅, 92 kg de K₂O y 46 kg de CaO, estos valores pueden variar de acuerdo a varios factores como lo son: genéticos, temperatura y disponibilidad de humedad y condiciones fisicoquímicas del suelo (Ávila y Martínez, 2014).

La extracción de macronutrientes para un rendimiento de 2000 k/ha es de 114 kg de nitrógeno (N), 12 k de fósforo (P₂O₅) y 76 kg de potasio (K₂O). En base a estos datos, el análisis de suelo y la conveniencia económica, se debe decidir la práctica de fertilización (INTA, 2007).

Se obtuvo mayores rendimientos a lo mencionado por autor (Ávila y Martínez, 2014) y el INTA.; Esto es debido a un mayor cuidado y al uso de estiércol caprino combinado con una fertilización inorgánica, y adecuadas a densidades de siembra.

4.7.1. Análisis de varianza del rendimiento en Tn/ha.

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 41 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fcal		Ftab 0,05	Ftab 0,01
Bloques	2	0,097	0,05	0,62	Ns	3,44	5,72
Factor A (Fertilización)	3	22,3	7,43	95,77	**	3,05	4,82
Factor B (Densidad)	2	1,37	0,68	8,87	**	3,44	5,72
Int (AxB)	6	0,65	0,11	1,40		2,55	3,75
Error	22	1,70	0,077				
Total	35	26,13					

% C.V. = 9,28 %

Se encuentra que existe diferencias altamente significativas al 5% y 1% de probabilidad en el factor A (fertilización) y en el factor B (densidad); por lo cual se procederá a realizar una prueba de comparación de medias Tukey.

4.7.2. Prueba de Tukey al 5 % para el factor A de la variable fertilización.

Se presenta la siguiente tabla:

Tabla. 42 Prueba de Tukey al 5 % para el facto

$$DSH (0,05) = 0,31$$

Fertilización	Medias	
F3	3,94	A
F2	3,38	B
F4	2,85	C
F1	1,81	D

Se puede evidenciar que las literales del factor A, son estadísticamente diferentes, por lo que se procede a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.7.3. Prueba de Tukey al 5 % para el factor B de la variable densidad

Se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 43 Prueba de Tukey al 5 % para el factor B de la variable densidad

$$DSH (0,05) = 0, 28$$

densidad	media	
D2	3,2	A
D3	3,05	A
D1	2,73	B

Se puede evidenciar que dos literales son iguales (A), y una literal es diferente por lo que hay diferencias significativas, por lo que se procede a realizar una prueba Tukey al 1%.

4.7.4. Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B de la variable de rendimiento en tn/ha.

Se presenta la siguiente tabla:

Tabla. 44 Prueba Tukey al 5 % para la interacción A x B

DSH (0,05%) = 0,82

Interacción	Medias	Literal
A x B		
8: F3 D2	4,13	A
9: F3 D3	3,99	A
7: F3 D1	3,71	AB
5: F2 D2	3,7	AB
6: F2 D3	3,62	ABC
11: F4 D2	3,04	BCD
4: F2 D1	2,8	CD
12: F4 D3	2,77	D
10: F4 D1	2,72	DE
2: F1 D2	1,92	EF
3: F1 D3	1,81	F
1: F1 D1	1,68	F

Al encontrar diferencias altamente significativas en la interacción A x B, se procede a realizar la prueba Tukey al 1 % de probabilidad.

4.7.5. Prueba de Tukey al 1 % para el factor A de la variable fertilización.

Se presenta la siguiente tabla:

Tabla. 45 Prueba de Tukey al 1 % para el factor A

$$DSH (0,01) = 0,39$$

Fertilización	Medias	
F3	3,94	A
F2	3,38	B
F4	2,85	C
F1	1,81	D

Se puede evidenciar que existen diferencias significativas en las literales de F1, F2, F3 Y F4, por lo que podemos decir que todos son diferentes en el factor fertilización.

4.7.6. Prueba de Tukey al 1 % para el factor B de la variable densidad.

Se presenta la siguiente tabla:

Tabla. 46 Prueba de Tukey al 1 % para el factor B de la variable densidad

$$DSH (0,01) = 0,36$$

densidad	media	
D2	3,2	A
D3	3,05	AB
D1	2,73	B

Se puede evidenciar que dos literales son iguales en D2 y D3, por lo cual no presentan diferencias significativas entre las mismas; pero si presentan diferencias significativas con relación a D1.

4.7.7. Prueba Tukey al 1 % para la interacción A x B de la variable de rendimiento en tn/ha.

Se presenta la siguiente tabla:

Tabla. 47 Prueba Tukey al 1 % para la interacción A x B de la variable de rendimiento en tn/ha

DSH (0,01) =0,99

Interacción	Medias	Literal
A x B		
8: F3 D2	4,13	A
9: F3 D3	3,99	AB
7: F3 D1	3,71	ABC
5: F2 D2	3,7	ABC
6: F2 D3	3,62	ABC
11: F4 D2	3,04	BC
4: F2 D1	2,8	CD
12: F4 D3	2,77	CDE
10: F4 D1	2,72	CDE
2: F1 D2	1,92	DEF
3: F1 D3	1,81	EF
1: F1 D1	1,68	F

Se puede recomendar los tratamientos 8, 9, 7, 5 y 6 ya que estos no presentan diferencias significativas; y con las cuales se obtendrán los mayores rendimientos de este cultivo de garbanzos.

Tabla. 48 De doble entrada de la interacción fertilización y densidad de rendimiento en Tn/ha

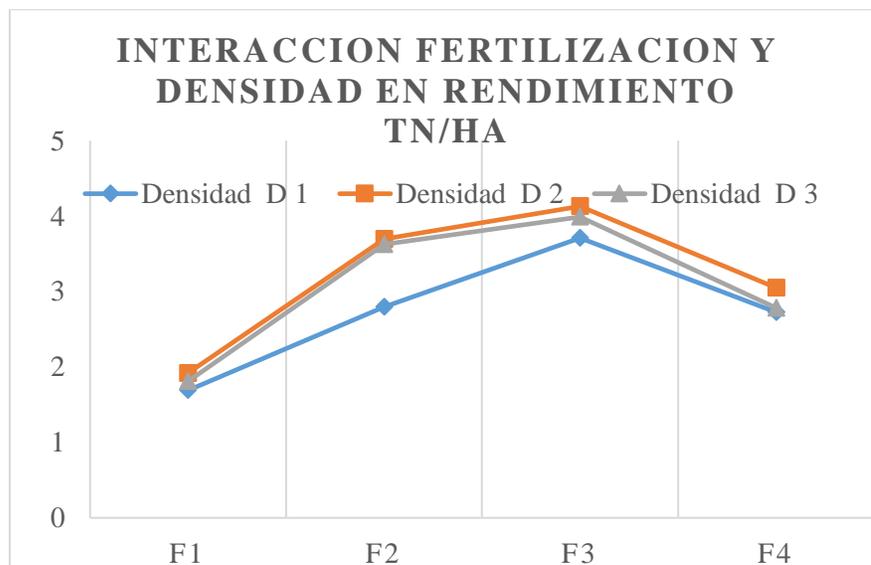
Fertilización	Densidad		
	D 1	D 2	D 3
F1	1,69	1,92	1,81
F2	2,8	3,7	3,63
F3	3,71	4,13	3,99
F4	2,73	3,05	2,78

Representando gráficamente en tres líneas de tendencia que se comportan de una manera que indican que tienen efectos aditivos por lo que los factores son

independientes, por lo que la fertilización se comporta de manera similar con las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayor rendimiento.

También se debe tener en cuenta que, a mayor densidad, menor número de plantas por lo que muestra en la Figuras que a una densidad mayor a 0,30 m, los rendimientos pueden disminuir.

Figura. 10 interacción de fertilización y densidad en rendimiento de Tn/ha.



4.8. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

El precio del garbanzo grano, en el mercado está a 350 bolivianos/50 kg.

La relación beneficio costo se presenta en la siguiente Tabla.

VP valor presente

B/C=1 Indiferentes

B/C>=1 Aceptamos

B/C< 1Rechazamos

Tabla. 49 Relación beneficio/costo

Tratamientos A x B	Ingresos	Costo	Beneficio	B/C
1:F1D1	11830	4535	7296	1,69
2:F1D2	13440	4460	8980	2
3:F1D3	12670	4426	8244	1,86
4:F2D1	19600	9732	9868	1,01
5:F2D2	25900	9672	16228	1,67
6:F2D3	25410	9632	15778	1,64
7:F3D1	25970	9767	16203	1,66
8:F3D2	28910	9707	19203	1,97
9:F3D3	27930	9667	18263	1,88
10:F4D1	19110	9700	9410	0,97
11:F4D2	21350	9640	11710	1,21
12:F4D3	19460	9600	9860	1.02

De acuerdo al análisis de beneficio costo se tiene que:

La relación beneficio/costo en casi todas las interacciones son valores mayores a 1; a excepción de la interacción 10 (F4 D1).

Las mejores respuestas tenemos en la interacción 2 (F1 D2) en la relación beneficio/costo de 2, lo que da a conocer que por cada 1 boliviano invertido se tiene una ganancia de 2 bolivianos.

Si bien existen diferencias altamente significativas en el rendimiento de los tratamientos, podemos indicar que los mejores rendimientos no significan necesariamente los más económicamente superiores, como el presente caso, donde el mayor ingreso por un mínimo se encuentra en la interacción 2 (F1 D2) testigo.

Se observo que fue mínima la diferencia en lo económico con las interacciones 8,9,7, 5, y 6 por lo cual podemos decir que estos tratamientos, estadísticamente no tienen diferencias significativas en el rendimiento y a futuro serán más sostenibles, viables y económicamente se lograrán mayores ingresos para el Productor.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Estadísticamente en el cultivo de garbanzo, en las distintas interacciones realizadas con las variables de días a la germinación, días a la floración, altura de plantas, diámetro de plantas, días a la madures fisiológica del fruto y el rendimiento en Tn/ha tenemos las siguientes conclusiones:

- Los días a la germinación se dieron a los 12 y 14 días después de la siembra y no se observaron diferencias significativas en ninguna de las interacciones, debido a que se usó la misma semilla y con las mismas condiciones de suelo.
- Los días a la floración se dieron a los 62 y 71 días existiendo diferencias significativas en el factor A (fertilización), por lo que se concluye al realizar una prueba Tukey al 1% que no existe diferencias significativas entre la fertilización F3, F4 y F2; pero si presentan diferencias con relación a F1. En la interacción de A x B, no tienen diferencias significativas en una prueba tukey al 5 %; en la interacción de fertilización y densidad, indica que hay un efecto multiplicativo por lo que los factores no son independientes induciendo a menos días en la floración las interacciones con una fertilización combinada.
- En altura de plantas cm. se obtuvo una altura promedio de 44,90 y 64,93 cm. existió diferencias significativas en el factor A, al 1 % de una prueba tukey; no existiendo diferencias entre F3, F4 Y F2, pero si diferentes a F1.

Se llega a la conclusión que las interacciones de A x B, no tienen diferencias significativas al 5 % de probabilidad en una prueba tukey; de altura de plantas en la floración, por lo que no hubo diferencias significativas.

Indicando que tienen efectos aditivos, ya que los factores son independientes, por lo que la fertilización se comporta de manera similar con las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayor altura.

- En el diámetro de plantas cm. se obtuvo un diámetro promedio de 48,17 y 80,57 cm. Y se encontró diferencias significativas en el factor A al 1 % de probabilidad; indicando que F3 y F2 no tienen diferencias significativas, pero sí diferentes a F4 y F1; en factor B al 1 % de probabilidad tenemos; que D1, D2 y D3 presentan diferencias significativas.

Se llega a la conclusión que las interacciones de los factores de A x B de 9, 6, 12, 8, 3 y 5 no presentan diferencias significativas en diámetros de plantas, presentando los mayores diámetros.

Indicando que tienen efectos aditivos por lo que los factores son independientes, la fertilización se comporta de manera similar a las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayores diámetros.

- Los días a la madurez fisiológica del fruto se dieron a los 124 y 127 días, y no se encontró diferencias significativas en las interacciones, para esta etapa la mayoría de las plantas al momento de tomar los datos; presentaban un 50% de frutos ya maduros.
- Se obtuvo rendimientos que van desde las 1,81 a 4,13 tn/ha; encontrado diferencias significativas en factor A al 1% de probabilidad donde F3 tiene diferencias significativas con relación a F4, F2 y F1; en el factor B al 1% de probabilidad tenemos que D2 y D3 presentan diferencias significativas con relación a D1.

Concluyendo que las interacciones de A x B de 8, 9, 7, 5 y 6 no presentan diferencias significativas al 1 % de probabilidad en una prueba Tukey; obteniendo los mayores rendimientos de este cultivo de garbanzos.

Indicando que presenta efectos aditivos ya que los factores son independientes, por lo que la fertilización se comporta de manera similar con las densidades de siembra. A mayor densidad y mayor fertilización mayor rendimiento.

- Si bien se obtuvo la mejor respuesta de B/C en la interacción 2 (F1 D2); según nuestro rendimiento obtenido las interacciones de menor diferencias significativas

en su rendimiento fueron las interacciones 8, 9, 7, 5 y 6, por lo cual son las más recomendables ya que a futuro serán más sostenibles, viables y económicamente se lograrán mayores ingresos para el Productor.

5.2. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta este trabajo de investigación podemos recomendar:

- Se recomienda tomar en cuenta las densidades de siembra al momento de sembrar; ya que estas permitirán a nuestras plantas tener un espacio óptimo para su crecimiento y desarrollo.
- También se recomienda una fertilización combinada de abono caprino y fertilizantes inorgánicos tomando en cuenta los requerimientos del cultivo y de manera intercalada para una mejor eficiencia de los mismos.
- Para la obtención de mayores rendimientos es recomendable utilizar una densidad de siembra de 0,30 y 0,40 m entre planta/planta y 0,70 m entre surco/surco, más una fertilización combinada entre una fertilización orgánica e inorgánica en base a requerimiento de cultivo y oferta de nutrientes del suelo con el fin de lograr los mayores rendimientos en nuestra producción de garbanzo. Además, con la agregación de materia orgánica lograremos mejorar la fertilidad y productividad de nuestros suelos manteniéndolos fértiles por periodos más largos de tiempo.
- Según la relación beneficio costo podemos recomendar las interacciones 9, 7, 5 y 6, ya que a futuro serán más sostenibles, viables y se lograrán mayores ingresos económicos para el Productor.