

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta a diferentes dosis de fertilización en la producción y calidad de chile
chilaca a campo abierto

Por:

Alfonsina Berenice Pacheco Dávalos

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta a diferentes dosis de fertilización en la producción y calidad de chile chilaca a campo abierto

Por:

Alfonsina Berenice Pacheco Dávalos

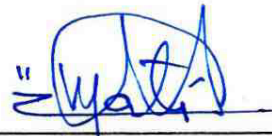
TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Presidente


M.E. Víctor Martínez Cueto
Vocal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


M.D. Ma. del Consuelo Macías Esquivel
Vocal Suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional de Agronomía



Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta a diferentes dosis de fertilización en la producción y calidad de chile chilaca a
campo abierto

Por:

Alfonsina Berenice Pacheco Dávalos

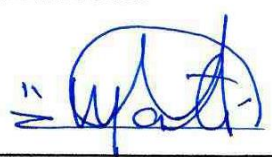
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

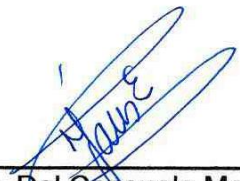
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Asesor Principal


M.E. Víctor Martínez Cueto
Coasesor


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


M.D. Ma. Del Consuelo Macías Esquivel
Coasesor


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional de Agronomía



Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

DEDICATORIAS

A mis padres: Oliva Dávalos Blanco y Alfonso Pacheco Olvera.

Quiero dedicarles estas palabras llenas de amor y gratitud, ustedes son la razón de mi felicidad y mi fuerza. Gracias por cuidar siempre de mí, por brindarme su apoyo incondicional, por los consejos que me dan cada día y por estar a mi lado en las buenas y en las malas, ayudándome a cumplir mis sueños.

Me han enseñado los valores que me han formado como persona, y hoy, al culminar una etapa tan importante de mi vida, me doy cuenta de que nada de esto hubiera sido posible sin su ayuda, y su motivación. Les estaré eternamente agradecida por todo lo que hacen y por el esfuerzo que siempre ponen en cada paso de mi camino.

Me enorgullece poder decir, por fin: ¡Lo logramos, familia!

A mi hermano: Adolfo Ángel Pacheco Dávalos, te dedico este logro, sabiendo que, más allá de ser tu hermana, soy para ti un ejemplo de esfuerzo y perseverancia. Cada paso que doy es con la esperanza de que puedas ver en mí el reflejo de lo que puedes lograr si sigues tus sueños.

A mis abuelitos:

Jovita Blanco Ramírez y Adolfo Dávalos Román, agradezco de todo corazón cada uno de sus consejos en esta etapa de mi vida. Siempre he tenido en mente que sus palabras están llenas de sabiduría y amor, y las dicen para ayudarme a tomar buenas decisiones y alcanzar el éxito en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estar aquí, y darme la oportunidad de estar cumpliendo mis metas.

A la UAAAN:

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y tener la dicha de ser: ¡Buitre de la Narro!

A mi asesor: José Rafael Paredes Jácome, agradezco todo el apoyo brindado. Su conocimiento, dedicación y recomendaciones fueron clave para el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí, por sus valiosos consejos y por brindarme su tiempo y experiencia.

A mis amigos: Priscila, Daniela, Diana, Yolcopatzin, Agustín, gracias de corazón por estar a mi lado en esta etapa tan maravillosa, llena de risas, aprendizajes y momentos felices. Cada uno de ustedes ha sido fundamental en mi crecimiento, y he aprendido valiosas lecciones de todos. Agradezco profundamente su apoyo incondicional y compañía.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE.....	iii
INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
HIPÓTESIS.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen e historia del chile chilaca.....	3
2.2 Importancia del cultivo de chile chilaca	3
2.3 Producción Nacional	4
2.4 Producción Mundial	4
2.5 Características botánicas del cultivo de chile chilaca.....	5
2.6 Clasificación taxonómica del chile chilaca.....	6
2.7 Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.7.1 Suelo.....	6
2.7.2 Temperatura.....	6
2.7.3 Humedad Relativa.....	7
2.7.4 Riego.....	7
2.8 Plagas y enfermedades del cultivo de chile chilaca	8
2.9 Requerimientos nutricionales del chile chilaca	9
2.10 Fuentes de fertilizantes para el chile chilaca	9
2.10.1 Fosfato mono amónico (MAP)	9
2.10.2 Nitrato de calcio (CaNO ₃)	9
2.10.3 Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	10
2.10.4 Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	10

2.10.5 Sulfato de amonio (NH_4SO_4)	10
3. MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Ubicación del experimento	11
3.2 Acondicionamiento del terreno	11
3.3 Material vegetal y siembra	11
3.4 Sistema de riego	11
3.5 Manejo del cultivo	11
3.5.1 Trasplante	11
3.5.2 Tutorio (envarado)	12
3.5.3 Poda.....	12
3.5.4 Control fitosanitario	12
3.6 Descripción de los tratamientos.....	12
3.7 Variables agronómicas evaluadas	13
3.7.1 Altura de planta (cm).....	13
3.7.2 Diámetro de tallo (mm).....	13
3.7.3 Número de fruto.....	13
3.7.4 Biomasa fresca y seca de área foliar, radicular (g)	13
3.7.5 Rendimiento (g).	13
3.7.6 Diámetro polar (mm).....	13
3.7. Diámetro ecuatorial (mm)	13
3.8 Variables de calidad evaluadas	13
3.8.1 Firmeza	13
3.8.2 Sólidos solubles	13
3.8.3 Vitamina C: (Contenido mineral en fruto).....	13
3.9 Análisis estadístico	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Altura de planta:	15
4.2 Diámetro de tallo:	16
4.3 Numero de frutos:	17

4.4 Peso fresco de planta:	18
4.5 Peso seco de planta:	19
4.7 Peso seco de raíz	21
4.8 Rendimiento	22
4.9 Diámetro polar:	23
4.10 Diámetro Ecuatorial:	24
4.11 Firmeza:	25
4.12 Solidos solubles Totales	26
4.13 Contenido de Vitamina C:	27
5. CONCLUSIONES	28
6. REVISION BIBLIOGRAFICA	29
Bibliografía	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales estados productores de chile en México	4
Tabla 2. Principales países productores de chile en México	4
Tabla 3. Características botánicas del cultivo de chile.....	5
Tabla 4. Temperaturas en las diferentes etapas del desarrollo de la planta de chile .	7
Tabla 5. Principales plagas que afectan al cultivo de chile	8
Tabla 6. Principales enfermedades que afectan al cultivo de chile.....	8
Tabla 7. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades	12
Tabla 8. Descripción de tratamientos aplicados en plantas de chile chilaca.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1	Altura de planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	15
Figura. 2	Diámetro de tallo en respuesta a las diferentes dosis de fertilización.....	16
Figura. 3	Numero de frutos en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	17
Figura. 4	Peso fresco de la planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	18
Figura. 5	Peso seco de planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	19
Figura. 6	Peso fresco de raíz en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	20
Figura. 7	Peso seco de la raíz en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	21
Figura. 8	Rendimiento en respuesta a las diferentes dosis de fertilización.....	22
Figura. 9	Diámetro polar en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	23
Figura. 10	Diámetro ecuatorial en respuesta a las diferentes dosis de fertilización.....	24
Figura. 11	Firmeza en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	25
Figura. 12	Solidos solubles en respuesta a las diferentes dosis de fertilización	26
Figura. 13	Contenido de Vitamina C a las diferentes dosis de fertilización.....	27

RESUMEN

El chile en México es una planta esencial en la gastronomía y las costumbres del país, conservando la sabiduría de nuestros ancestros y fusionándola con las tradiciones de los distintos grupos indígenas. Así, se ha establecido como uno de los alimentos fundamentales y estratégicos tanto para la nutrición como para la agricultura (SADER, 2020).

Una de las hortalizas de mayor demanda debido al consumo dentro de la población mexicana es el chile (*Capsicum annuum*), esto se debe a las diferentes formas de consumo, ya sea en fresco o seco, siendo uno de los principales productos para la cocina mexicana. El chile chilaca fresco tiene un color verde oscuro y brillante, con una forma alargada, algo plana y curvada, por lo general, mide entre 15 y 23 centímetros de largo y entre 2 a 3 centímetros de ancho.

El estudio se llevó a cabo para evaluar el impacto de diferentes dosis de fertilización, en el rendimiento de las plantas, para determinar si alguno de los tratamientos aplicados podría mejorar las variables estudiadas, como el número de frutos, el peso de la planta y el rendimiento total.

Se realizaron 4 aplicaciones con diferentes fertilizantes los cuales fueron: MAP, CaNO_3 , K_2SO_4 , MgSO_4 , NH_4SO_4 , las dosis están en base a una meta de rendimiento de producción media nacional.

Como material vegetal se utilizaron Plántulas de chile- chilaca (*Capsicum annuum*) del híbrido Salvatierra, de la casa comercial Seminis, se realizaron 4 aplicaciones durante el proceso de desarrollo de la planta, se llevó a cabo en campo abierto en donde se empleó un diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos los cuales fueron: Fertilización ideal, Fer. Ideal+50%, Fert. Ideal+75%, Fert. Ideal+100%, y 4 repeticiones, dando un total de 96 plantas. Las variables evaluadas son: Altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), diámetro ecuatorial (mm), diámetro polar (mm), número de frutos, peso fresco de planta (g), peso seco de planta (g), peso fresco de raíz (g), rendimiento (g), firmeza (kg), SST (° Brix), contenido de vitamina C.

Los resultados mostraron que la fertilización ideal+75%, tiene un efecto positivo en el cultivo de chile chilaca, ya que tenemos un incremento en el número de frutos por planta en un 38.59%, y en el rendimiento total con 20.69%, esto en comparación con la fertilización ideal.

Palabras clave: Rendimiento, Fertilizantes, *Capsicum annuum*, Número de frutos

INTRODUCCIÓN

El chile chilaca (*Capsicum annuum*) fresco tiene un color verde oscuro y brillante, con una estructura alargada, algo plana y curveada. Es carnosos, y en algunas ocasiones puede ser muy picoso. Por lo general, mide entre 15 y 23 centímetros de largo y entre 2 a 3 centímetros de ancho (Flores Martínez y Vidaña Martínez, 2016).

El chile, en sus diversas formas, es un elemento clave tanto a nivel comercial como doméstico. Esta planta se siembra en gran parte de las regiones del país y, además de su presencia en la gastronomía, juega un papel importante en la identidad local de las áreas donde se produce. Más allá de su relevancia gastronómica, el chile tiene un papel económico fundamental en la agricultura de diversas regiones de México (Mena-Covarrubias, 2014).

Dentro de este género, son al menos cinco las especies domesticadas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. La mayoría de las variedades de chile cultivadas globalmente provienen de la especie *C. annuum* (INTAGRI, 2020).

Capsicum annuum es la especie más destacada y de máxima relevancia económica debido a la cantidad de su producción. Siendo México el lugar de origen de esta especie, se destaca por ser uno de los principales países productores, así como consumidores de chile. Elementos como su localización geográfica, la variedad de material vegetal y la domesticación de la especie facilitan su siembra. Además de ser un ingrediente fundamental en la alimentación diaria, también tiene un efecto favorable a la sociedad, ya que contribuye significativamente a la producción agrícola, generando nuevos ingresos competitivos para los agricultores y promoviendo la generación de nuevos empleos (Ayala Villegas, 2012).

En la producción nacional, Chihuahua destaca como uno de los principales productores de chile, ocupando el primer lugar, seguido de Sinaloa en el segundo puesto, Zacatecas en el tercero, San Luis Potosí en el cuarto, y Sonora en el quinto (SIAP, 2024).

A nivel mundial, China se posiciona como el líder en la producción de chile, seguida por México, Turquía, Indonesia y España (FAOSTAT, 2023).

OBJETIVO GENERAL

Determinar la respuesta en el cultivo de chile chilaca a campo abierto con la aplicación de diferentes dosis de fertilización.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la diferencia en la producción de chile chilaca con las diferentes dosis de fertilización de acuerdo a cada etapa de crecimiento.
- Determinar la diferencia en las variables de calidad en los frutos de chile chilaca con la aplicación de diferentes dosis de fertilización.

HIPÓTESIS

Al menos una dosis de fertilización tiene efecto en la producción y calidad del cultivo de chile chilaca en campo abierto.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e historia del chile chilaca

El género *Capsicum* abarca aproximadamente 25 especies y su origen se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en la zona de Bolivia-Perú, donde se han hallado semillas de variedades ancestrales con más de 7.000 años de antigüedad, desde donde se habrían dispersado por todo el continente americano (Calvo López y Álvarez Reyna, 2013).

Dentro de este género, existen cinco especies domesticadas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. La mayoría de las variedades de chile cultivadas globalmente provienen de la especie *C. annuum*. Aunque el chile puede comportarse como un cultivo bianual, generalmente se cultiva anualmente, ya que en el segundo ciclo la planta produce brotes menos vigorosos y frutos de menor tamaño y calidad (INTAGRI, 2020).

2.2 Importancia del cultivo de chile chilaca

El chile contiene cualidades curativas, ya que favorece la digestión y estimula la liberación de endorfinas, actuando como un analgésico natural que ayuda a mitigar el dolor. Sus oleorresinas están integradas especialmente por aceite esencial, resinas solubles y ácidos grasos no volátiles. Aparte de la capsaicina, incluyen otro componente de valor industrial: el colorante rojo, los dos se consiguen al separar la oleorresina del fruto seco. El colorante natural se usa de manera extensa en la industria de alimentos procesados para dar color a productos de carne, cereales, frutas, hortalizas, y gelatina; Además, en el ámbito cosmético, se utiliza para la fabricación de colorantes en lápices labiales y polvos faciales. El colorante se obtiene de las variedades de mulato, pasilla, ancho y mirasol (Aguirre y Muñoz, 2015).

El enfoque en esta hortaliza va más allá de su beneficio económico y su valor como alimento, ya que se ha comprobado que este cultivo tiene excelente fuente de pigmentos naturales, además contiene minerales y vitaminas A, C y E (Ruiz-Lau et al., 2011).

2.3 Producción Nacional

En 2023, México alcanzó una producción de 3.68 millones de toneladas de chile verde, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Chihuahua se destacó como uno de los principales productores, seguido de Sinaloa en el segundo lugar, Zacatecas en el tercero, San Luis Potosí en el cuarto, y Sonora en el quinto puesto (SIAP, 2024).

Tabla 1. Principales estados productores de chile en México

Estado	Toneladas
Chihuahua	836,620
Sinaloa	813,081
Zacatecas	497,772
San Luis Potosí	348,651
Sonora	197,884

Fuente: Realizado con datos de (SIAP,2024).

2.4 Producción Mundial

Según la FAO, la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, China ocupa el primer lugar a nivel mundial con una producción de 17,134,480 toneladas. México alcanzó las 3,681,061 toneladas, lo que representó un aumento del 18.3% en comparación con el año anterior, marcando la cifra más alta de la última década. En tercer lugar, se encuentra Turquía con 3,081,010 toneladas, seguida de Indonesia en el cuarto puesto con una producción de 3,061,260 toneladas. Finalmente, España ocupa el quinto lugar con 1,389,830 toneladas (FAOSTAT, 2023).

Tabla 2. Principales países productores de chile en México

País	Toneladas
China	17,134,480
México	3,681,061
Turquía	3,081,010
Indonesia	3,061,260
España	1,389,830

Fuente: Realizado con datos de (FAOSTAT, 2023).

2.5 Características botánicas del cultivo de chile chilaca

Tabla 3. Características botánicas del cultivo de chile

Sistema Radical	Es pivotante y profundo, con abundantes raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud entre 50 centímetros y 1 metro.
Tallo	Tiene un crecimiento restringido y erguido. A partir de una cierta altura ("cruz"), desarrolla dos o tres ramas (según la variedad) y sigue ramificándose de manera dicotómica hasta completar su ciclo. Los tallos secundarios se bifurcan tras la aparición de varias hojas, repitiendo este proceso continuamente.
Hojas	Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado, un peciolo largo y poco aparente. El haz es liso, suave al tacto y de color verde poco intenso (dependiendo de la variedad), y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja
Flor	Las flores aparecen de forma individual en cada nudo del tallo, en las axilas de las hojas. Son de tamaño pequeño y tienen una corola blanca. La polinización es mayormente autógama, aunque en menor medida puede ocurrir polinización cruzada, pero no excede el 10%.
Fruto	Es un fruto largo, de color verde, con forma ondulada, que termina en un ápice puntiagudo, Su producción se destina casi en su totalidad al deshidratado, con solo una pequeña cantidad que se consume fresca.
Semilla	Son redondeadas, verde ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros

(CONAPROCH, 2012).

2.6 Clasificación taxonómica del chile chilaca

Nombre Común: Chile chilaca

Nombre Científico: *Capsicum annuum*

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

(Gonzalez et al.,2018).

2.7 Requerimientos edafoclimáticos

2.7.1 Suelo

El chile puede crecer en diversos tipos de suelo, aunque se desarrolla de manera óptima en profundidades de entre 30 y 60 centímetros, especialmente en suelos franco arenosos, franco limosos o franco arcillosos, que tengan una alta concentración de materia orgánica, con el fin de promover un buen crecimiento, es conveniente que el pH del suelo sea mayor a 5.5 (SADER, 2023).

Es una especie que presenta una tolerancia moderada a la salinidad, así como en el suelo y en el agua de riego, si bien en menor medida que la del tomate. En suelos con historial de *Phytophthora* sp., se sugiere llevar a cabo una desinfección previa a la siembra (Lopez, 2011).

2.7.2 Temperatura

Las temperaturas nocturnas influyen en las etapas de floración y formación de frutos, afectando el tamaño y número de semillas. Cuando los valores de temperatura durante el día superan los 35°C en el transcurso de la floración, se genera la pérdida de flores, lo que, junto con la baja humedad, disminuye la viabilidad del polen y la fecundación. Por otro lado, las temperaturas bajas a lo largo de la etapa de formación del botón floral (entre 15 y 10°C), ocasionan la creación de flores con irregularidades de pétalos arqueados o no desarrollados. Las temperaturas bajas, disminuyen el tamaño del fruto, y pueden causar alteraciones, así como facilitar la formación de frutos sin semillas (Álvarez y Pino, 2018).

Tabla 4. Temperaturas en las diferentes etapas del desarrollo de la planta de chile

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Optima	Mínima	Máxima
Germinación	24	15	35
Crecimiento vegetativo	20-25 (día)	15	40
	16-18 (noche)		
Floración y fructificación	26-28 (día)	18	35
	18-20 (día)		

Fuente: Adaptado (Álvarez y Pino, 2018).

2.7.3 Humedad Relativa

Varía del 50 al 70%, niveles de humedad demasiado altas propician la aparición de enfermedades y afectan negativamente la fecundación. El efecto de altas temperaturas y la poca humedad relativa es capaz de provocar el desprendimiento de flores y de frutos recién formados (Moreno Bello y Nava Santos, 2019).

2.7.4 Riego

Varias de estas especies requieren un suelo con humedad constante a lo largo de su ciclo de crecimiento. La escasez de agua se manifiesta en un follaje de color verde oscuro y en el desprendimiento de las flores. Sin embargo, un nivel elevado de humedad en el suelo provoca la pérdida del color natural de las hojas, Asimismo, las inconsistencias en el riego favorecen la necrosis en la parte superior de los frutos. Las frecuencias de los riegos cambian según las condiciones climáticas del área y de su clasificación de suelo (Velazquez Roblero, 2015).

2.8 Plagas y enfermedades del cultivo de chile chilaca

Tabla 5. Principales plagas que afectan al cultivo de chile

Nombre común y nombre científico:	DAÑOS:
Mosquita blanca (<i>Bermisia tabaci</i>)	La hembra coloca huevecillos en el envés de las hojas adheridos firmemente, este insecto en la forma de ninfa permanece en las hojas alimentándose del jugo del tejido, mide entre 1y 2 mm de longitud.
Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	Succiona la savia de las hojas y brotes, y al alimentarse inyecta una saliva toxica que deforma las hojas, el daño causa reducción de vigor de la planta, achaparramiento, marchitez, amarillamiento y se reduce la fotosíntesis.
Minador de la hoja (<i>Liriomyza spp.</i>)	La larva penetra en los tejidos alimentándose de su contenido, deformando la hoja y dejando galerías o minas; posteriormente las hojas dañadas se secan y caen.

Fuente:(Proain Tecnología Agrícola, 2020).

Tabla 6. Principales enfermedades que afectan al cultivo de chile

Nombre común y nombre científico:	Síntoma:
Virus mosaico del tabaco (<i>Tobacco mosaic virus</i>)	Provoca aclaramiento de las venas en hojas jóvenes, las plantas afectadas en sus primeras etapas de desarrollo presentan enanismo y los frutos desarrollados en las plantas infectadas suelen ser deformes o de menor tamaño, así como presentar áreas cloróticas, además de que maduran de manera irregular (Velásquez-Valle et al.,2013).
Marchitez del chile (<i>Phytophthora capsici</i>)	El daño se encuentra comúnmente en el cuello de la raíz o base del tallo y provoca un marchitamiento repentino y muerte de la planta, también se puede manifestar en la parte aérea. La infección se facilita en áreas donde se producen encharcamientos de agua o en lugares donde se cultiva chile de manera continua, sin realizar rotación de cultivos (Proain Tecnología Agrícola, 2020).

2.9 Requerimientos nutricionales del chile chilaca

Los nutrientes esenciales son utilizados por las plantas en procesos como la fotosíntesis, la respiración y otras reacciones bioquímicas. Si se encuentran en cantidades adecuadas, la planta podrá desarrollarse correctamente y obtener buenas cosechas. Sin embargo, si falta alguno de estos nutrientes, la planta no podrá terminar su ciclo de desarrollo de manera óptima. Los nutrientes primarios incluyen nitrógeno, fósforo y potasio; los nutrientes secundarios son calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); y los micronutrientes hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), cloro (Cl), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B) (Mata, 2017).

La proporción de nutrientes requeridos por el chile varía según la cantidad de fruto y materia seca que genera, por lo tanto, está influenciada por una cantidad de factores genéticos y variables ambientales. Con el fin de que la planta de chile genere una tonelada de fruto fresco, necesita absorber en promedio entre 3 y 4 kg de N, entre 0.7 y 1 kg de P, y entre 4 y 6 kg de K (Valencia et al., 2007).

2.10 Fuentes de fertilizantes para el chile chilaca

2.10.1 Fosfato mono amónico (MAP): Es una fuente destacada de fósforo y nitrógeno. También, tiene el mayor contenido de fósforo entre los fertilizantes sólidos convencionales, siendo esencial para las fases de siembra y/o trasplante, ya que proporciona nitrógeno y fósforo en el proceso. Además, al contener una molécula menos de amonio, es menos perjudicial para las semillas. Principales beneficios de MAP o fosfato mono amónico destacan: Solubilidad del producto, componentes 100% nutricionales para plantas y cultivos, pH moderadamente bajo (agroalsa, 2021).

2.10.2 Nitrato de calcio (CaNO_3)

Es un compuesto químico muy beneficioso para el crecimiento de las plantas. Su fórmula, formada por calcio (Ca), nitrógeno (N) y oxígeno (O), le otorga características especiales que lo hacen un recurso esencial para agricultores, el nitrato de calcio es reconocido por su habilidad para mejorar la estructura del suelo y promover el desarrollo de las plantas. Al ser una fuente de calcio altamente soluble, ayuda a prevenir la carencia de este mineral en el suelo, lo que podría ocasionar problemas en el desarrollo y la calidad de las cosechas. Asimismo, su contenido de nitrógeno suministra un nutriente clave para el crecimiento de los tejidos vegetales y la estimulación del desarrollo de las plantas (Quimicaindustrial.cl, 2025).

2.10.3 Sulfato de potasio (K_2SO_4)

Contiene un 50% de Potasio y un 17% de Azufre. El Potasio es esencial para la fotosíntesis, mejora la resistencia al estrés por falta de agua, y es crucial para la formación y carga de frutos, así como el llenado de granos. El Azufre, por otro lado, actúa en el desarrollo de enzimas y vitaminas, es primordial en la producción de semillas y esencial para la formación de clorofila (Pacifex, 2020).

2.10.4 Sulfato de magnesio ($MgSO_4$)

El sulfato de magnesio es una excelente fuente de azufre y magnesio, cualquier planta con deficiencia de estos nutrientes se beneficiará al ser regada con este componente. El magnesio mejora la coloración verde de las plantas al aumentar la producción de clorofila, lo que contribuye a que se mantengan más sanas y fuertes. Por su parte, el azufre favorece la absorción de otros nutrientes, mejorando la eficiencia en la nutrición de la planta (Vadequímica, 2022).

La aplicación de Sulfato de Magnesio beneficia la síntesis de clorofila y optimiza la eficiencia en el uso del nitrógeno, lo que favorece a un crecimiento, desarrollo y producción adecuados de los cultivos. Gracias a su alta solubilidad, se asegura una rápida disponibilidad de los nutrientes para las plantas, corrigiendo de manera eficiente posibles deficiencias (Mendoza Llantoy, 2020).

2.10.5 Sulfato de amonio (NH_4SO_4)

Tiene un contenido de: 21% de nitrógeno, 4% de azufre, Es un fertilizante químico de uso agrícola, que consiste en una sal formada por la reacción entre amoníaco y ácido sulfúrico. (Nitrógeno) en forma de amonio (NH_4), la forma más susceptible a pérdidas por lavado, (Azufre) en forma de sulfato, disponible de manera inmediata para las plantas (Sembralia, 2021).

El azufre es un elemento importante que tiene tanta relevancia en la nutrición vegetal como el nitrógeno, ya que juega un papel clave en la determinación de la cantidad y calidad de la biomasa de un cultivo (Ramos et al., 2015).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el periodo agosto-diciembre de 2023, en el área de campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, la cual se ubica en la ciudad de Torreón, Coahuila, México, a 25° 33' 26" latitud norte y 103° 22' 21" latitud oeste, a una altitud de 1 120 msnm.

3.2 Acondicionamiento del terreno

Se preparó el terreno removiendo la tierra y eliminando toda la maleza. Luego, se desintegraron los terrones para formar las camas de siembra, utilizando rastrillos, picos y palas.

3.3 Material vegetal y siembra

Como material vegetal se utilizaron Plántulas de chile- chilaca (*Capsicum annuum*) del híbrido Salvatierra, de la casa comercial Seminis.

Se utilizó plántula con características de 15 cm de altura y con 5 hojas verdaderas.

3.4 Sistema de riego

Se utilizó un sistema de riego por goteo, se colocó en medio de la cama, y posterior a ello el acolchado negro, para así regar las camas y se mantuviera húmedo a la hora del trasplante.

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Trasplante

La plántula debe contar con las características pertinentes, altura de 15 cm, con las hojas verdaderas y un tallo bien formado.

Para llevar a cabo el trasplante, lo primero que se realizó fueron los hoyos de 5-10 cm de profundidad, donde se colocó una planta a 40 cm, de distancia entre cada planta.

Las camas tenían un largo de 50 m y ancho de 1.30 m.

3.5.2 Tutoreo (envarado)

Este un método que consiste en guiar a las plantas, con el fin de evitar que queden expuestas sobre el suelo, con ayuda de rafia, se colocaron estacas en medio de la planta para que de esta manera se mantuvieran firmes.

3.5.3 Poda

Se realizó una poda de crecimiento a los días 35 días después del trasplante, con el objetivo de eliminar los primeros brotes axilares por debajo de la primera bifurcación. Los cortes ayudan a la planta para desarrollar nuevas ramas y potenciar el desarrollo.

3.5.4 Control fitosanitario

Cuando realizamos monitoreo, se detectó presencia de plagas, por lo cual fue necesario realizar aplicación de productos fitosanitarios (Tabla 7) además de fertilizantes foliares como el Enerbion (2 ml/L) con el objetivo de suplementar elementos mayores y menores.

Tabla 7. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades

Función	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis
Insecticida	Lambda cyalotrina	KarateZeon 5 CS	1.5 ml/ L
Insecticida	Lambda cyalotrina	Warton SC	1.5 ml/ L
Insecticida/acaricida	Profenofos: 0-4-Bromo-2-clorofenil-0-etil-S-propilfosforotioato	Curacron 8 E	1.5 ml/ L

3.6 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se describen en (Tabla 8); se realizaron 4 aplicaciones con diferentes fertilizantes, los cuales fueron: Fosfato Mono amónico (MAP) Nitrato de Calcio, Sulfato de potasio, Sulfato de Magnesio y Sulfato de amonio, cada uno fue distribuido para cada aplicación. Las dosis están en base a una meta de rendimiento de producción media nacional.

Tabla 8.Descripcion de tratamientos aplicados en plantas de chile chilaca

Por hectárea: 33,333 plantas			Meta de rendimiento: 17.39 Ton/Ha			
	Tratamientos:		T1	T2	T3	T4
Fertilizantes:	Kg/Ha	g/Ha	g/planta	g/planta	g/planta	g/planta
MAP	144	144,000	4.32	6.48	7.6	8.6
CaNO ₃	445	445,000	13.35	20.03	23.4	26.7
K ₂ SO ₄	853	853,000	25.59	38.39	44.8	51.2
MgSO ₄	449	449,000	13.47	20.21	23.6	26.92
NH ₄ SO ₄	329	329,000	9.87	14.81	17.3	19.7

3.7 Variables agronómicas evaluadas

3.7.1 Altura de planta (cm). Con ayuda de una cinta, se midió la distancia desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta.

3.7.2 Diámetro de tallo (mm). Con un vernier se tomó la escala principal y se movió el control deslizante con el pulgar, para aferrar las mordazas externas grandes alrededor del tallo y de esta manera nos arrojó la medida.

3.7.3 Número de fruto. Se realizó un conteo del fruto de cada planta y de cada tratamiento.

3.7.4 Biomasa fresca y seca de área foliar, radicular (g). Lo primero que se realizó fue cortar la planta desde la base del tallo, posterior a esto se pesó en una báscula y así se determinó el peso fresco de la planta, y para el peso seco se colocó la muestra en bolsas de papel y se sometió a un proceso de secado en una estufa durante 24 hrs, después se pesó para así obtener el peso seco.

3.7.5 Rendimiento (g). Se calculó el peso del fruto basándose al rendimiento por planta.

3.7.6 Diámetro polar (mm). Con ayuda del aparato digital Vernier se cuantificó la altura de cada fruto, desde el pedúnculo hasta el ápice.

3.7.7 Diámetro ecuatorial (mm). Con un vernier se tomaron las medidas de forma perpendicular a su eje pedúncular.

3.8 Variables de calidad evaluadas

3.8.1 Firmeza: Con un penetrometro se colocó la puntilla y a la mitad del fruto se inició la intersección del equipo, de esta manera se obtuvo la medida en Kg.

3.8.2 Sólidos solubles: Se utilizó un refractómetro, se calibro y colocamos una, o dos gotas sobre el cristal de lectura y así se determinaron.

3.8.3 Vitamina C: (Contenido mineral en fruto)

Se utilizaron los siguientes reactivos: Ácido clorhídrico, Agua destilada, reactivo Thielman.

Se pesó 20 g de la muestra fresca de chile chilaca y se colocó dentro de un mortero, añadiendo 10 ml de HCL, al 2% se macero hasta que se obtuvo una consistencia de papilla, después se incorporaron 100 ml de agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente se coló el contenido del mortero con ayuda de una gasa, echo esto el contenido se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml para determinar el volumen. Tome una alícuota de 10 ml de filtrado para colocarla en un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Posterior a esto se procedió a llenar la bureta con el reactivo de Thielman. Se tituló la alícuota hasta que se presentó una coloración rosa que no desapareció por 30 seg, registrándose el volumen que se gastó. Al final se realizó el cálculo del contenido de vitamina C presente en la muestra mediante la siguiente formula:

$$Mg/100gr = \frac{\text{ml gastados de reactivo de Thielman} \times 0.088 \times VT \times 100}{VA \times P}$$

Donde:

0.088=Miligramos de ácido ascórbico equivalentes a ml de Thielman.

VT= Volumen total de filtrado de Vitamina C en HCL

VA= Volumen en ml de la alícuota

3.9 Análisis estadístico

Se empleó un diseño experimental con bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. El programa estadístico utilizado para realizar el análisis de varianza (ANVA) fue SAS 9.1 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta:

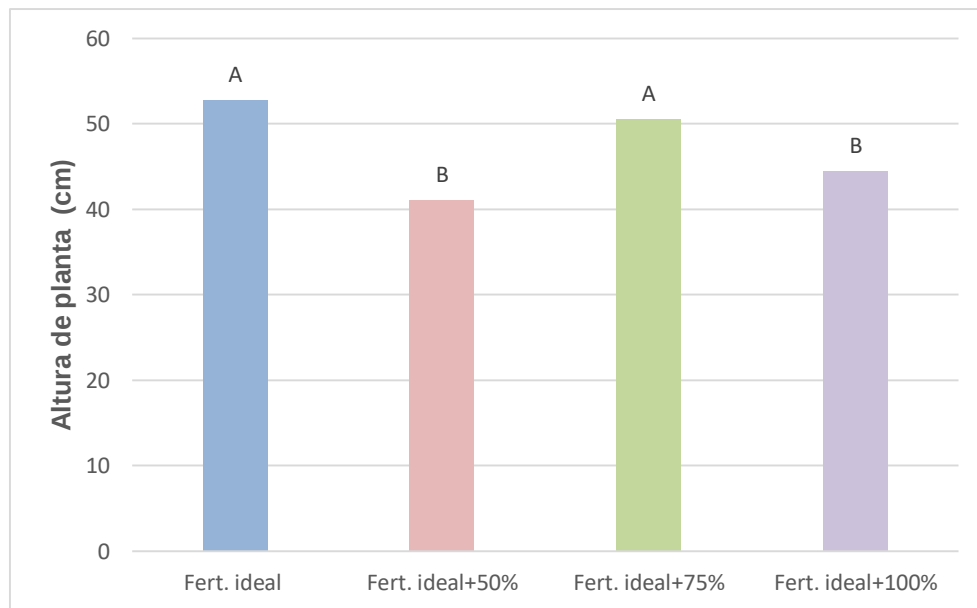


Figura. 1 Altura de planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable Altura de planta (Fig. 1), observamos que hay diferencias significativas entre los tratamientos siendo, los tratamientos fertilización ideal, y de incremento del 75% los que tienen un valor promedio de 52.74 y 50.52 % de peso fresco en plantas de chile chilaca.

Abreu Cruz et al., (2018), quienes reportan una relación positiva con una aplicación de FQ 100 % con un mayor crecimiento en las plantas de chile a los 48 días del trasplante, en el cultivo de chile, estos datos difieren a lo obtenido, ya que en el presente trabajo la fertilización ideal es la que nos aporta una mayor altura de planta.

Tlelo-Cuautle et al., (2020), mencionan que se observaron diferencias estadísticamente significativas en la altura de las plantas debido a la aplicación de fertilizantes químicos combinados con estiércoles. Estos efectos estuvieron relacionados con cambios en diversas características morfológicas de la planta.

4.2 Diámetro de tallo:

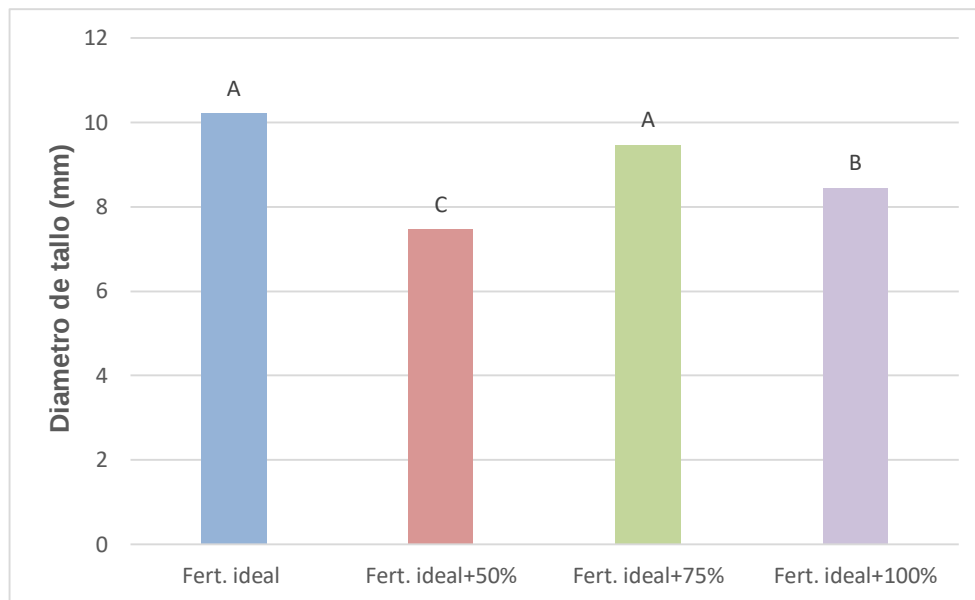


Figura. 2 Diámetro de tallo en respuesta a las diferentes dosis de fertilización.

En la variable Diámetro de tallo se muestran diferencias entre los tratamientos (Fig. 2). El tratamiento con fertilización ideal alcanzó un valor del 10.2%, mientras que el tratamiento con fertilización ideal y de incremento al 75% obtuvo un valor de 9.46%. Ambos tratamientos presentaron un mayor diámetro de tallo.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Briones Tapia y Acurio Peñafiel (2023), para la variable diámetro de tallo en el cultivo de chile jalapeño, se observó que el tratamiento con NPK presentó los mejores resultados en comparación con los otros dos tratamientos, que fueron 5 ml/L de humus y 10 ml de Rhizobium. Según sus hallazgos, las aplicaciones de 10 ml de NPK resultaron en un mayor diámetro de tallo.

Torres García (2013), reporta en su trabajo de investigación que no se mostraron diferencias relevantes entre los tratamientos, sin embargo el nitrato de calcio favoreció un mayor diámetro de tallo, seguido por el nitrato de amonio, con ambos tratamientos mostrando resultados estadísticamente similares entre sí, en el cultivo de chile guajillo.

4.3 Número de frutos:

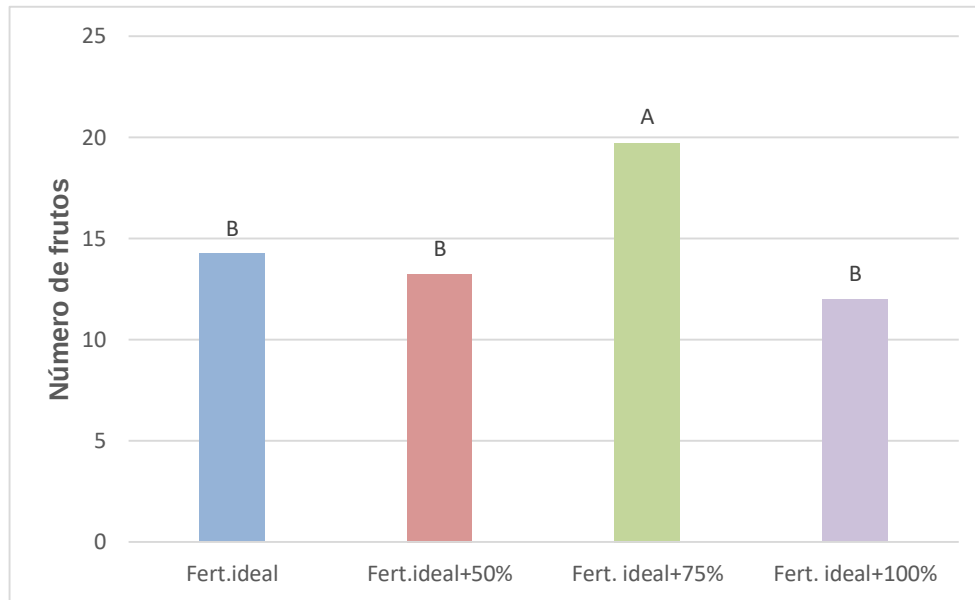


Figura. 3 Número de frutos en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable número de frutos (Fig. 3) el tratamiento con incremento al 75% de fertilización es superior en 38.59% con respecto al tratamiento de fertilización ideal; esto debido al mayor contenido mineral suministrado por los tratamientos.

Por su parte Ramírez-Vargas et al., (2019), en su trabajo de investigación menciona que no se reportaron efectos estadísticos significativos en la aplicación de los 3 tratamientos de fertilización en los cuales se incremento y disminuyo la cantidad de fosforo en el cultivo de chile habanero, esto difiere a los resultados obtenidos en esta investigación ya que con la fertilización ideal con incremento al 75% se tuvo un mayor numero de frutos.

El trabajo presentado por Resquín et al., (2023), coinciden con nuestros resultados ya que al comparar 3 fertilizaciones potasicas, encuentran que una fertilización media de 100 kg por Ha incrementan el numero de frutos en chile pimiento.

4.4 Peso fresco de planta:

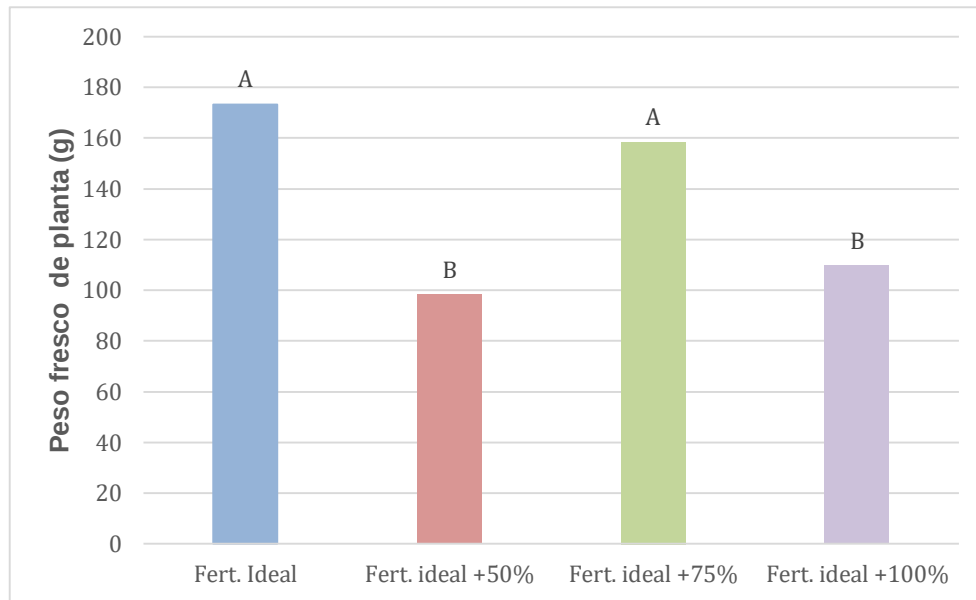


Figura. 4 Peso fresco de la planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

De acuerdo a la (Fig.4) observamos que si hay diferencias entre los tratamientos, siendo la fertilización ideal y la fertilización ideal con incremento al 75% los que tienen valores de 173.25 y 158.5, los cuales generaron los mejores resultados.

Ojeda et al., (2021), reporta en sus resultados del análisis estadístico que el peso de la materia fresca a los 37, 67 y 97 días muestra un comportamiento similar, los diferentes niveles de fertilizantes nitrogenados mostraron diferencias significativas, siendo la dosis de 0 kg ha⁻¹ estadísticamente distinta a las dosis de 450 y 675 kg ha⁻¹.

Los resultados de los análisis estadísticos muestran que se lograron altos contenido de materia fresca con dosis creciente de nitrógeno, en el cultivo de pimiento.

Urbina-Sánchez et al., (2020), en su trabajo de investigación, mencionan que no se observaron efectos significativos en el peso fresco de las plantas, al estudiar dos variedades diferentes (Rojo y Negro) y las concentraciones de NH₄⁺ (0, 1.5 y 3.0 mEq L⁻¹) en la solución nutritiva de Steiner, en el cultivo de chile huacle.

4.5 Peso seco de planta:

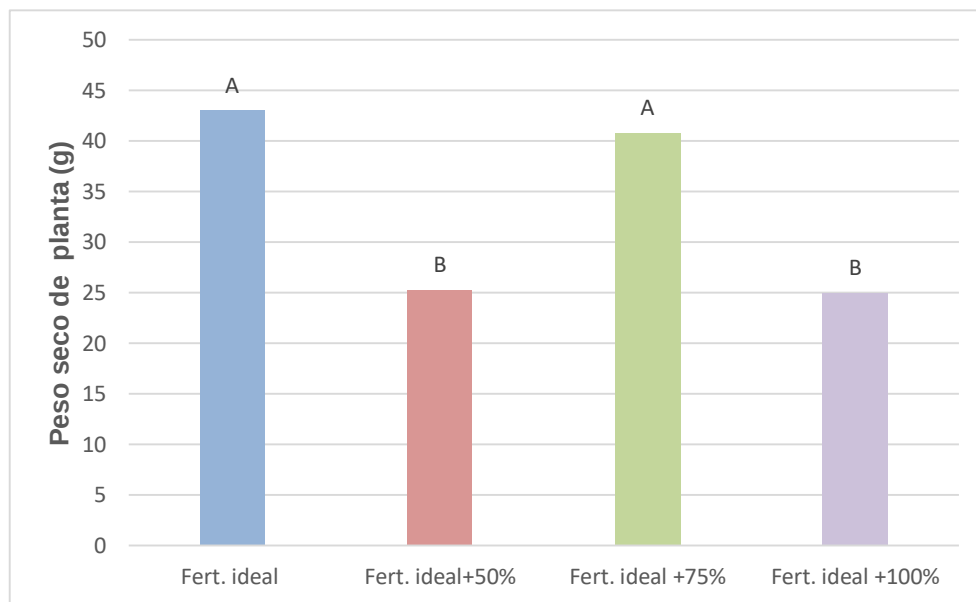


Figura. 5 Peso seco de planta en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable de peso seco observamos que hay diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los tratamientos de fertilización ideal y de incremento del 75% (Fig.5) los que tienen un valor de 43 y 40.75 de biomasa fresca en plantas de chile chilaca.

Por su parte, Nieves-González et al., (2015), en su trabajo de investigación menciona que detectaron diferencias significativas para la variable biomasa seca. El tratamiento 4 acumuló la mayor cantidad de biomasa con 181.93 g/planta, la producción de materia seca se atribuye a la mayor producción de fruto registrada en ese tratamiento 80.39g planta, los tratamientos fueron tratados con diferentes concentraciones de fosfato, en el cultivo de chile habanero.

Vidal (2013), reporta en su estudio que se encontraron efectos positivos en la producción de biomasa seca de los diversos órganos de la planta, entre los tratamientos fertilizados y el tratamiento sin fertilización, sin importar la fuente aplicada, esto sugiere que el nutriente que más afectó el desarrollo fue el N, esto en el cultivo de chile dulce.

4.6 Peso fresco de raíz:

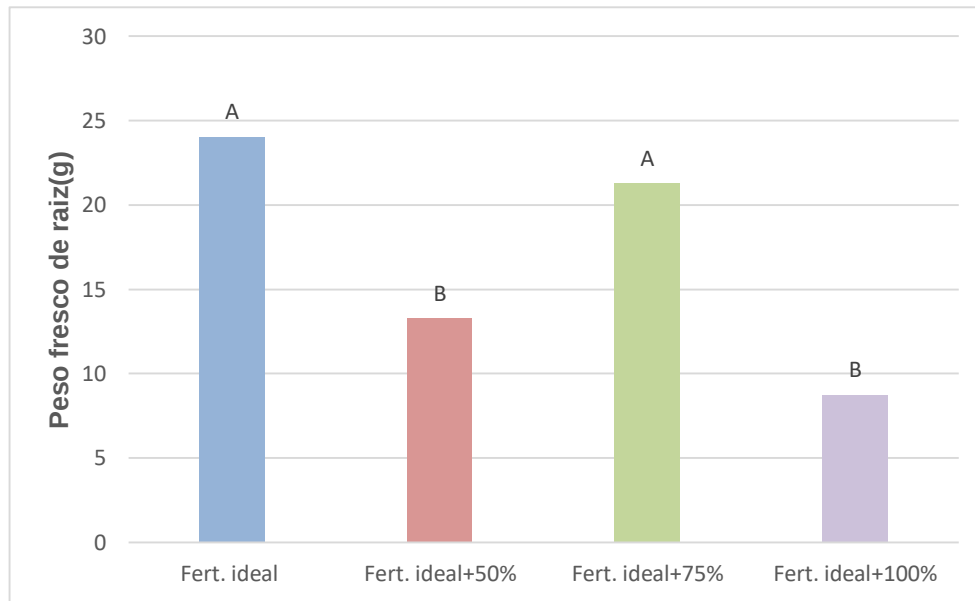


Figura. 6 Peso fresco de raíz en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

En la variable de peso fresco de raíz observamos que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Fig.6), siendo los tratamientos de fertilización ideal y de incremento al 75%, los que tienen un valor promedio de 24 y 21.25 de peso fresco en plantas de chile chilaca.

En relación con esta variable Espinosa Rodriguez (2011), menciona que sí hubo diferencias significativas entre los tratamientos. La planta de chile huacle alcanzó solo 21.06 g de peso cuando se fertirrigó con la solución correspondiente al tratamiento C, que tenía niveles bajos de nitrógeno y la concentración más baja de potasio, esto coincide con los resultados de esta investigación.

Rebollar (2019), reporta en su estudio que con soluciones nutritivas en el cultivo de Chilhuacle (*Capsicum annuum* L.), durante la etapa reproductiva (184 días), la relación 14:9 mEq L⁻¹ de NO₃⁻ K⁺ favoreció la variable de peso fresco.

4.7 Peso seco de raíz

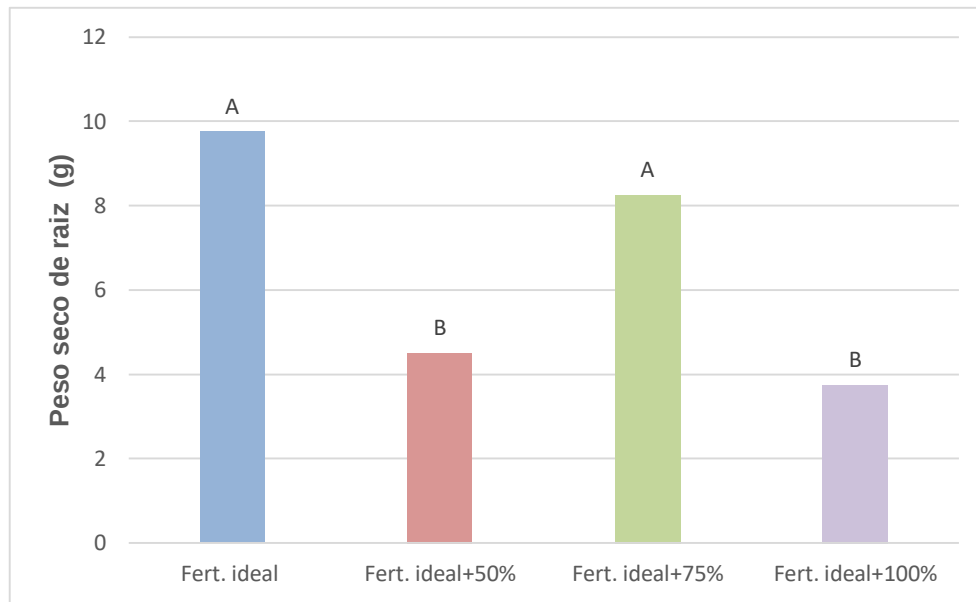


Figura. 7 Peso seco de la raíz en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

En la variable de peso seco de raíz (Fig.7), observamos que hay diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los tratamientos de fertilización ideal y de incremento al 75% los que tienen un valor promedio de 9.75 y 8.25 del peso de raíz seco.

Pérez Díaz y Preciado Rangel (2017), menciona que si se reportaron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que si hubo diferencias estadísticas el tratamiento que presentó el mayor peso seco fue el tratamiento de 14 mEq L⁻¹ K⁺ con un peso promedio de 9.88 gr, esto por efectos de diferentes niveles de K en la solución nutritiva.

El trabajo presentado por Dzul y de la Cruz (2008), indican que se observaron diferencias significativas en el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de NO₃⁻, H₂PO₄⁻ y K⁺ sobre la producción de materia seca de la raíz. Se encontró que al aumentar la dosis de NO₃⁻ en la solución nutritiva, la producción de MS de la raíz disminuyó significativamente, en el cultivo de chile poblano.

4.8 Rendimiento

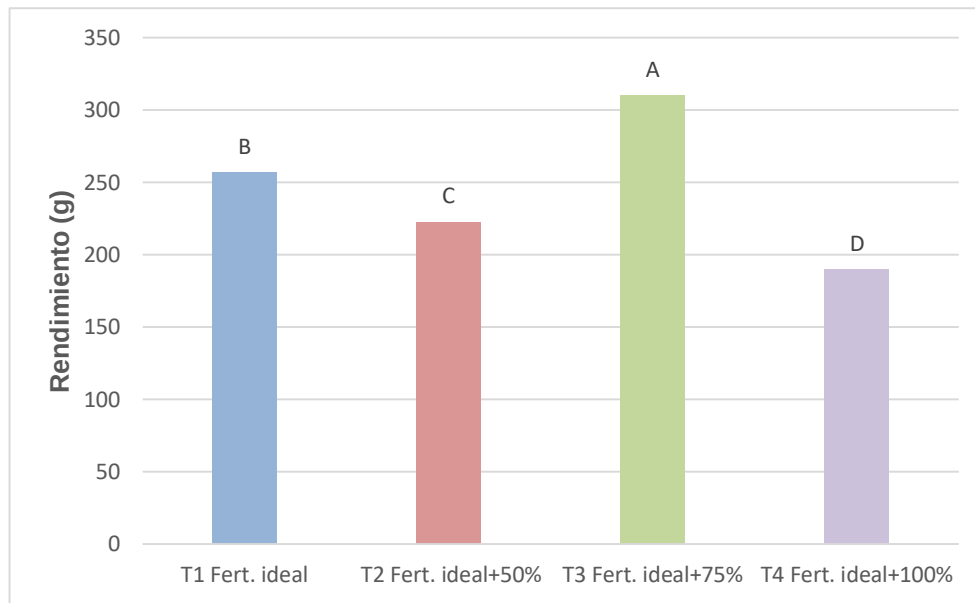


Figura. 8 Rendimiento en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Respecto a los resultados obtenidos en la variable rendimiento, observamos que el tratamiento de fertilización ideal con incremento al 75% es superior en un 20.69% con respecto al tratamiento ideal (Fig.8).

Los resultados reportados por Cruz –Crespo et al.,(2014), coinciden con lo obtenidos donde mencionan que el rendimiento de fruto fue considerablemente superior en aproximadamente 12 y 41 % en las plantas tratadas con dilución a 75 %, con respecto del obtenido con 50 y 25 %.

López-Gómez et al., (2017), observaron un aumento en la cantidad de frutos por planta, así como en el rendimiento, en el cual el nitrógeno en las tres etapas fenológicas y el fósforo durante la floración fueron superiores a los de la solución Steiner. El rendimiento más alto fue de 1,054 g por planta, lo que representó un incremento del 66.4% respecto al rendimiento obtenido con la solución Steiner.

4.9 Diámetro polar:

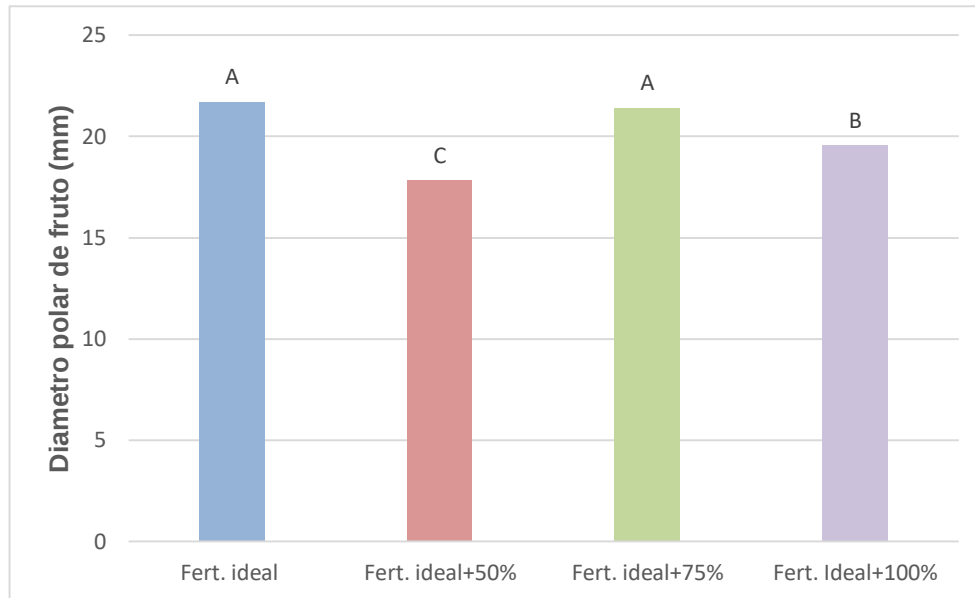


Figura. 9 Diámetro polar en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable diámetro polar (Fig.9), se observa que la fertilización ideal tuvo resultados similares con el T3 (Fertilización ideal +75%) los que tienen un valor promedio de 21.68 y 21.4.

Ortiz Rocha (2017), reporta que el largo del fruto no mostró diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, mediante fertilización química y orgánica en el cultivo de chile habanero.

En su trabajo de investigación, Navarrete Jaramillo (2019), menciona que si hay diferencias significativas ya que se observó que los híbridos con nivel de fertilización media tuvieron la mayor longitud de fruto, con un promedio de 9,94 cm. En cambio, el nivel de fertilización baja mostró la menor longitud, con 9,28 cm.

4.10 Diámetro Ecuatorial:

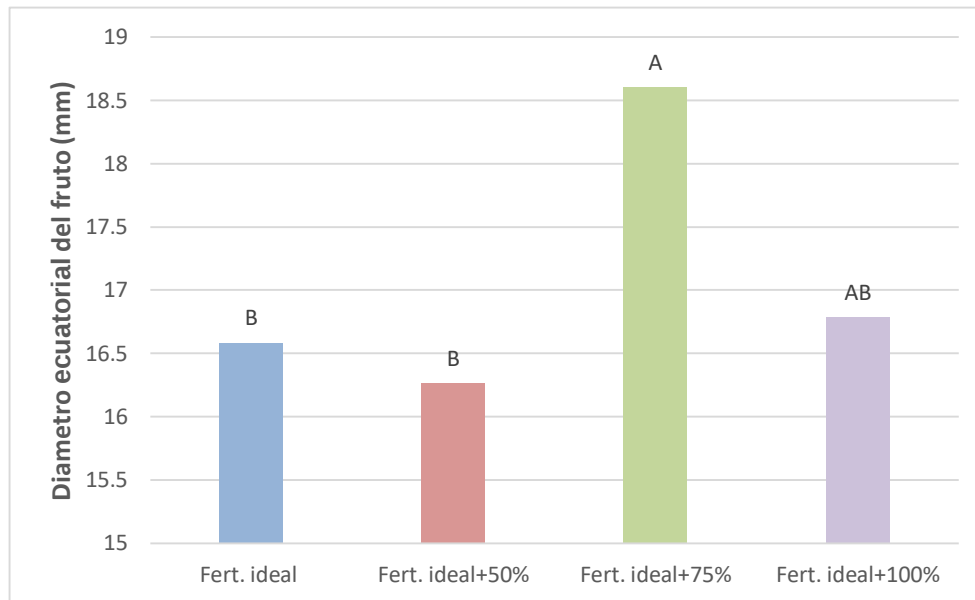


Figura. 10 Diámetro ecuatorial en respuesta a las diferentes dosis de fertilización.

Para la variable Diámetro ecuatorial, el tratamiento que obtuvo mejores resultados (Fig.10) fue la fertilización ideal con incremento al 75% con un porcentaje de 12.18% en comparación al tratamiento de fertilización ideal.

Resquín et al., (2023), reporta en su trabajo de investigación que se encontraron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial del fruto, lo que indicó que las dosis crecientes de fertilizantes de potasio generaron los mayores valores de diámetro ecuatorial cuando se aplicó una dosis de 100 kg ha^{-1} de K_2O en el cultivo de pimiento.

Bello Camacho, (2017), menciona que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se observó que, en cada uno de los cortes efectuados, los híbridos que recibieron 100 kg de N/ha demostraron una mayor eficiencia, ya que este tratamiento dio como resultado el mayor diámetro de los frutos a lo largo de las cosechas realizadas.

4.11 Firmeza:

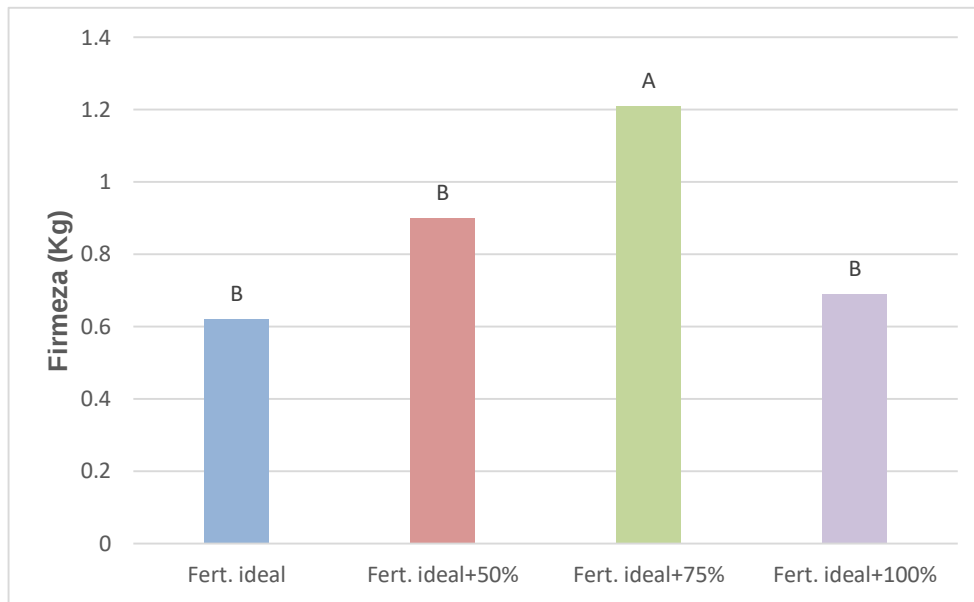


Figura. 11 Firmeza en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable de Firmeza (Fig.11), observamos que el tratamiento de Fertilización con incremento al 75% tiene un incremento del 95.16% en comparación con el tratamiento de fertilización ideal.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Carlos Marcelo (2012), para la variable de firmeza en el fruto de chile manzano no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores menores se presentaron en el testigo y en la aplicación de la dosis 200-100-200 de NPK en fertilizante químico, con valores de 5.20 y 5.06 mm.

Espinosa Rodríguez (2011), en su estudio de investigación menciona que no se encontraron diferencias significas en el Chile huacle a diferentes dosis de fertirrigación en cuanto a la variable firmeza.

4.12 Solidos solubles Totales

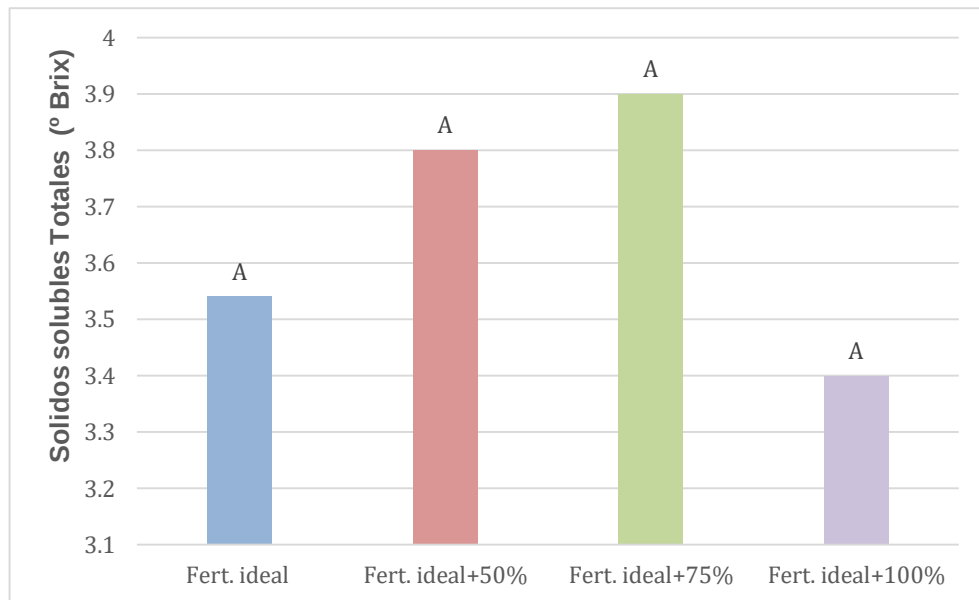


Figura. 12 Solidos solubles en respuesta a las diferentes dosis de fertilización

En cuanto a la variable Sólidos Solubles Totales, los diferentes niveles de fertilización evaluados no mostraron una respuesta significativa (Fig. 12)

En el estudio realizado por Urbina-Sánchez et al., (2020), las dos poblaciones de chile Huacle cultivadas con tres concentraciones diferentes de NH_4^+ en la solución nutritiva mostraron resultados semejantes en cuanto a los grados Brix. No se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones en cuanto a los contenidos de N, K, Ca y Mg.

Pérez Díaz y Preciado Rangel (2017), en sus resultados menciona que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, en términos numéricos, los tratamientos con solución nutritiva de $11 \text{ mEq L}^{-1} \text{ K}^+$ y $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ obtuvieron los mismos valores, alcanzando 5.21°Brix en el fruto, estos resultados coinciden con los del presente trabajo, ya que tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

4.13 Contenido de Vitamina C:

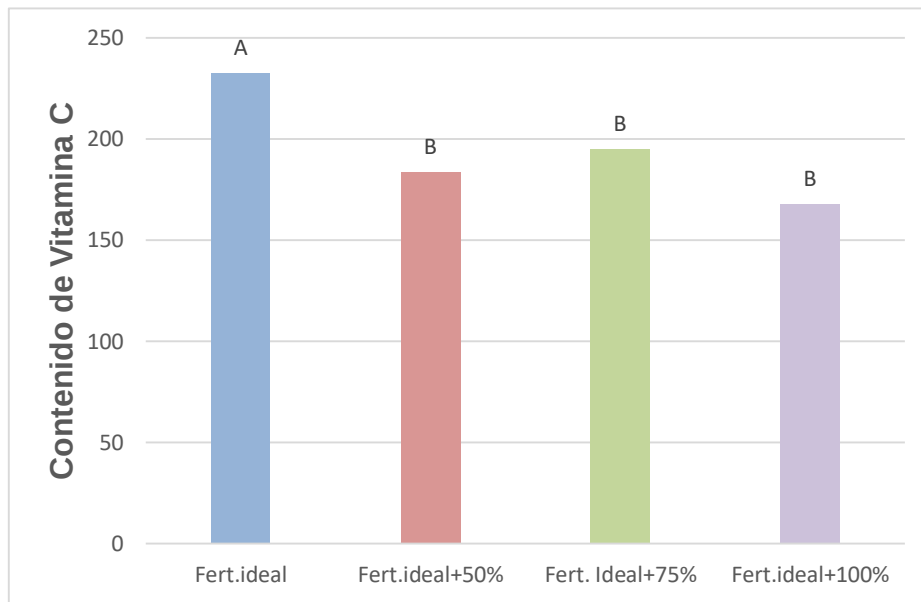


Figura. 13 Contenido de Vitamina C a las diferentes dosis de fertilización

Para la variable Contenido de Vitamina C, se observa que el tratamiento 1 con la fertilización ideal(Fig.13), es la que nos da mayores resultados para esta propiedad nutritiva.

El trabajo presentado por Preciado-Rangel et al., (2019), reporta en sus resultados que el incremento de K en la solución nutritiva favorece notablemente la concentración de vitamina C en los frutos.

En el estudio realizado por Hernández-Fuentes et al., (2010), indican que no se mostraron diferencias significativas en los niveles de vitamina C, en los frutos de pimiento morrón fertilizados con las fórmulas 70-30-85 y 210-40-235 de N, P y K.

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados adquiridos en este trabajo de investigación, observamos que, para las variables como altura de planta, diámetro de tallo, diámetro polar, peso fresco de planta, peso seco de planta, peso fresco de raíz y peso seco de raíz, los tratamientos de fertilización ideal y fertilización ideal +75% no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere que ambos niveles de fertilización tienen efectos similares en estas variables. Por otro lado, en las variables de diámetro ecuatorial, número de frutos, rendimiento y firmeza, el tratamiento con fertilización ideal +75% mostró diferencias muy significativas en comparación con los demás tratamientos, indicando que este nivel de fertilización favorece notablemente el rendimiento.

En cuanto a la variable sólidos solubles totales (°Brix), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que la concentración de sólidos solubles no se vio afectada por diferentes niveles de fertilización.

Finalmente, en relación con el contenido de vitamina C, el tratamiento de fertilización ideal demostró los mejores resultados en comparación con los demás tratamientos, destacándose como el más efectivo para incrementar este componente nutricional.

6. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Abreu Cruz, E., Araujo Camacho, E., Rodríguez Jimenez, S. L., Valdivia Ávila, A. L., Fuentes Alfonso, L., & Pérez Hernández, Y. (2018). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. *Centro Agrícola*, 45(1), 52-61.
- agroalsa. (2021). *Fertilizante Fosfato Monoamónico*. Obtenido de <https://www.fertilizanteagricola.com/fosfato-monoamonico.html>
- Aguirre, H. E., & Muñoz, O. V. (2015). El chile como alimento 66(3). *Ciencia*, 16-23.
- Álvarez, F., & Pino, M. T. (2018). *Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes*, 41-58.
- Ayala Villegas, M. J. (2012). *Análisis del crecimiento y calidad de semillas de tres tipos de chile (Capsicum annuum L)*. Obtenido de (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México): <http://hdl.handle.net/10521/722>
- Bello Camacho, F. (2017). *Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la producción de chile jalapeño (Capsicum annuum L) (Master's thesis)*. Obtenido de Maestria en Ciencias Colegio de postgraduados: <http://hdl.handle.net/10521/4087>
- Briones Tapia, J. S., & Peñafiel Acurio, F. S. (2023). *Respuesta agronómica del chile jalapeño (capsicum annum) con diferentes dosis de fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Universidad Tecnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10084>
- Calvo López, L. F., & Álvarez Reyna, V. D. (2013). *Producción de chile chilaca (Capsicum annuum L.) bajo diferentes regímenes de riego*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/7076>
- Carlos Marcelo, R. (2012). *Fertilización orgánica Vs mineral en el rendimiento y contenido de capsaicina en chile manzano (Capsicum pubescens R y P)*. Obtenido de Maestria en Ciencias Colegio de Postgraduados: <http://hdl.handle.net/10521/772>
- CONAPROCH. (2012). *Plan Rector Nacional*. Obtenido de https://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/plan-rector-2012-nacional-chile.pdf
- Cruz -Crespo, E., Can-Chulim, Á., Bugarín-Montoya, R., Pineda-Pineda, J., Flores-Canales, R., Juárez-López, P., & Alejo-Santiago, G. (2014). Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Revista fitotecnica mexicana*, 37(3), 289-295.

- Dzul, T., & de la Cruz, J. (2008). *Requerimientos nutricionales de chile poblano (Capsicum annuum L.) y su relación con el rendimiento y la calidad del fruto*. Obtenido de Tesis de Doctorado en Ciencias Colegio de Postgraduados Institucion de enseñanza e investigacion en Ciencias Agrícolas: <http://hdl.handle.net/10521/1313>
- Espinosa Rodriguez, M. (2011). *Respuesta Del Chile Huacle (Capsicum spp.) A Cuatro Soluciones Nutritivas En Cultivo Sin Suelo y Bajo Invernadero*. Obtenido de Maestria en Ciencias Intituto Politecnico Nacional.
- FAOSTAT. (2023). *Organizacion de las naciones Unidas para la alimentacion y la Agricultura*.
- Flores Martínez, A. C., & Vidaña Martínez, S. A. (2016). *Selección de fertilizante para mejorar el proceso de producción del cultivo orgánico de chile chilaca (Capsicum annuum) con fines de comercialización*.
- Gonzales, G., Gerardo, R., Pons Hernandez, J. L., Torres Pacheco, I., & Gonzales Chavira, M. (2018). *Manual practico para el cultivo de chile*. Ediciones Mundi-prensa.
- Hernández-Fuentes, A. D., Montiel, R. C., & Pinedo-Espinoza, J. M. (2010). Comportamiento poscosecha de pimiento morron (*Capsicum annuum* L.) var. california por efecto de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(1), 82-91.
- INTAGRI. (2020). *Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.*
- Lopez, A. M. (2011). *Calidad de semilla de Chile Chilaca (Capsicum annuum), Obtenida en Macrotuneles con Mallas Fotoselectivas*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Buenavista Saltillo Coah., Mexico. UAAAN: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6408>
- López-Gómez, J. D., Villegas-Torres, O. G., Sotelo Nava, H., Andrade Rodríguez, M., Juárez López, P., & Martínez Fernández, E. (2017). Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(8), 1747-1758. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.699>
- Mata, P. G. (2017). *Nutrientes esenciales para las plantas*.
- Mena-Covarrubias, J. (2014). *Insectos vectores de virus y fitoplasmas en el cultivo de chile en México. virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional*.
- Mendoza Llantoy, C. S. (2020). *Fuentes de magnesio en el crecimiento del tomate (Solanum lycopersicum) cv. Rio Grande bajo estrés salino en la UNALM*. Obtenido de Tesis de

Licenciatura Universidad Nacional Agraria La Molina:
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4439>

- Moreno Bello, G., & Nava Santos, J. M. (2019). *Producción del chile jalapeño (Capsicum annuum L.) en bioespacio con aplicación de diferentes porcentajes de algas marinas como biofertilizante*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/46906>
- Navarrete Jaramillo, C. A. (2019). *Estudio de 3 niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento agronómico de 2 híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Ibarra*. Obtenido de (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra).
- Nieves Gonzales, F., Alejo Santiago, G., Luna Esquivel, G., Lemus Flores, C., Juarez Lopez, P., & Salcedo Perez, E. (2015). *Extracción y requerimiento de fósforo en chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) 'big brother'*. Obtenido de <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/111>
- Ojeda, W. B., Herrera, C. M., Batista, R. M., & Delgado, I. R. (2021). Influencia de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(Suplemento 1), 51-60. doi:<https://doi.org/10.62452/w8mzjz82>
- Ortiz Rocha, J., & Carrillo Amaya, J. S. (2017). *Rendimiento y calidad de chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) bajo fertilización química y orgánica en condiciones de invernadero*. Obtenido de Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro: <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/42196>
- Pacifex. (11 de mayo de 2020). *Sulfato de Potasio*. Obtenido de <https://pacifex.com.mx/storage/product/7/original/e7JQfTzI3WbdzDqF85Gr5S1ZYsWHpE75d3yYiPlw.pdf>
- Pérez Díaz, J. C., & Preciado Rangel, P. (2017). *Nutrición potasica, y su efecto en la calidad de chile pimiento (Capsicum annum L. Var. California Wonder)*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/42170>
- Preciado-Rangel, P., Andrade-Sifuentes, A., Sánchez-Chávez, E., Salas-Pérez, L., Fortis-Hernandez, M., Rueda-Puente, E. O., & García-Hernández, J. L. (2019). Potassium Influence the nutraceutical and antioxidant content of serrano hot pepper (Capsicum annum L.). *Agrociencia*, 581-599. Obtenido de

<https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=987cd93e-8782-3cc6-83cc-05c7f0f2259f>.

- Proain Tecnología Agrícola. (2020). *Principales Plagas y Enfermedades del Chile Serrano*. Obtenido de <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/principales-plagas-y-enfermedades-del-chile-serrano>
- QuimicaIndustrial.cl. (2025). *Nitrato de Calcio*. Obtenido de <https://quimicaIndustrial.cl/producto/nitrato-de-calcio/>
- Ramírez-Vargas, B. A., Carrillo-Ávila, E., Obrador-Olán, J. J., Coh-Méndez, D., Espinosa, A. M., & Aceves-Navarro, E. (2019). Aplicación del modelo simplificado para estimar dosis sustentables de fertilización fosforada en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Investigación y Ciencia*, 27(78), 23-33. Obtenido de : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67461252003>
- Ramos, Y. C., González, A. J., & De los Baños, A. (2015). Importancia del azufre en la agricultura. *Cuba Tabaco*, 16(1), 1-107.
- Rebollar, E. F. (2019). *Soluciones nutritivas para cada etapa fenológica del chilhuacle (capsicum annuum l.)*. Obtenido de Tesis de Maestría Universidad Autónoma del Estado de Morelos: <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/443>
- Resquín, A. L., Areco, H. R., Jara, R. S., González, M. A., & Chávez, S. (2023). Producción de Pimiento (*Capsicum Annum* L.) en Respuesta a la Fertilización Potásica y Densidad de Siembra. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 4529-4542. Obtenido de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9017
- Ruiz-Lau, N., Medina-Lara, F., & Martínez-Estévez, M. (2011). El chile habanero: su origen y usos. *Ciencia*, 63(3), 70-76.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *El Chile es parte de nuestra riqueza mexicana*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-es-parte-de-nuestra-riqueza-mexicana>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *México, cuna del chile*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-cuna-del-chile>
- Sembralia. (2021). *Sulfato de amonio. Ventajas Agronómicas para cultivos extensivos e intensivos del sulfato amónico. Características principales y tipos*. Obtenido de <https://sembralia.com/>
- SIAP. (2024). *Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera*.

- Tlelo-Cuautle, A. M., Taboada-Gaytán, O. R., Cruz-Hernández, J., López-Sánchez, H., & López, P. A. (2020). Efecto de la fertilización orgánica y química en el rendimiento de fruto de chile Poblano. *Revista fitotecnica mexicana*, 43(3), 283-289.
- Torres García, P. (2013). *Fuentes de nitrógeno y enraizador en la producción de plántula de chile guajillo var. Don Ramón*. Obtenido de Tesis de Licenciatura Universidad Autonoma de San Luis Potosi : <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3479>
- Urbina-Sánchez, E., Cuevas-Jiménez, A., Reyes-Alemán, J. C., Alejo-Santiago, G., Valdez-Aguilar, L. A., & Vázquez-García, L. M. (2020). Solución nutritiva adicionada con NH₄⁺ para producción hidropónica de chile huacle (*Capsicum annuum* L.). *Revista fitotecnica mexicana*, 43(3), 291-298. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.3.291>
- Vadequimica. (2022). *Sulfato de magnesio en las plantas*. Obtenido de <https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/sulfato-magnesio-agricultura.html>
- Valencia, E. A., Castorena, M. M., Ibarra, M. A., Cohen, I. S., Moreno, S. F., & López, M. A. (2007). *Fertilización y Riego del Cultivo de Chile en la Región Lagunera*.
- Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L., & RevelesHernández, M. (2013). *Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico. Núm 50. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 57 páginas*.
- Velazques Roblero, H. (2015). *Riego Parcial De La Raíz En Dos Especies De Chile (Capsicum annuum L.) Bajo Condiciones De Acolchado Plastico*. Obtenido de Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Vidal, A. E. (2013). Eficiencia de tres fuentes fertilizantes sobre la producción de chile dulce (*Capsicum annuum*) cv Natali y sus curvas de absorción, en la producción de chile dulce en invernadero. *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(1), 29-39.