

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta del Chile Serrano a la Aplicación de Productos Orgánicos en la
Nutrición Completa a Diferentes Densidades

Por:

DARINEL DE JESÚS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre, 2021.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta del Chile Serrano a la Aplicación de Productos Orgánicos en la
Nutrición Completa a Diferentes Densidades

Por:

DARINEL DE JESÚS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

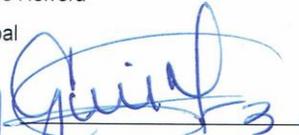
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal



MC. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Coasesor



MC. Gabriela González Moreno

Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2021.



Declaración de no plagio

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamiento de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante.


Daniel de Jesus Hernandez Hernandez.

Firma y Nombre.

AGRADECIMIENTOS:

Dios:

Doy las gracias a Dios por las bendiciones que me ha dado, por tener la gran dicha de finalizar mis estudios profesionales. Por nunca dejarme solo en los momentos más difíciles, y por la gran dicha de tener una hermosa familia que siempre me han brindado su apoyo.

A mi Alma Terra Mater:

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme ser un alumno más de esta gran institución, por haberme permitido gozar de sus instalaciones, por todo el conocimiento impartido en sus aulas y laboratorios. Y por la oportunidad de haber vivido muchas experiencias llegando a ser mi segunda casa durante cuatro años.

Al Doctor Leobardo Bañuelos Herrera:

Gracias por el tiempo y conocimientos brindados y sobre todo la confianza brindada para poder realizar este trabajo de investigación, por los consejos, por su paciencia. Además de ser un excelente profesor quien se ha ganado mi respeto y admiración.

A la MC. Blanca Elizabeth Zamora Martínez:

Gracias por su disponibilidad, por su contribución para poder llevar a cabo este trabajo de investigación, mi admiración para ella, una gran maestra.

A la MC. Gabriela González Moreno:

Gracias por su disponibilidad, por su tiempo y por haber aceptado formar parte del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Carlos Ramos Velis

Gracias por su tiempo e interés, y por haber aceptado ser parte del comité de este trabajo de investigación.

A todos mis amigos Buitres:

A Eric, Diego, Juan Uriel, Amairani, Gracias por todos los buenos momentos vividos dentro y fuera de la institución, gracias por la amistad. A Adri y Brayán por haberme brindado su bonita amistad durante mi estancia en prácticas profesionales.

DEDICATORIA

A mis padres:

Adrián Hernández Méndez y Julia Hernández Hernández

Les dedico este trabajo, gracias a ustedes por siempre apoyarme pude cumplir mis sueños, una de mis principales metas en la vida. Gracias por ser unas personas maravillosas y por siempre confiar en mí.

A mi padre: Gracias por todas las enseñanzas brindadas, por el esfuerzo realizado al apoyarme para poder concluir con mis estudios, por siempre aconsejarme, por ser la mejor persona y un buen padre, TE AMO PAPÁ.

A mi madre: Gracias por darme la vida, por siempre apoyarme, sé que no ha sido fácil pero siempre estuviste ahí apoyándome incondicionalmente, gracias por ser la madre más cariñosa y atenta, sin duda alguna tengo a la mejor mamá, eres la mejor TE AMO MAMÁ.

A mi hermanita: Ruty, gracias por siempre apoyarme en todo, eres la mejor hermanita que pude haber tenido. Yo sé que lograras todas las metas que te propongas en la vida, siempre contarás con mi apoyo en todo momento.

A mis primos: Yoni, Betty, Zury, gracias por estar siempre ahí conmigo apoyándome en todo momento.

A la Profesora: Candelaria Hernández Hernández, en especial agradecimiento por haberme apoyado desde el inicio de mi carrera, gracias por la confianza y por haber creído en que podía lograr mi meta. Muchas gracias por todo tía.

A mis tíos: En especial agradecimiento a mis tíos Ernesto y Erika, por haberme apoyado incondicionalmente durante mi estancia en la universidad, gracias al apoyo que me dieron pude lograr esta meta. A mis tíos Aron, María y Ofelia, gracias por los consejos y por apoyarme en todo momento.

A mis abuelos:

Remigio Hernández Jiménez (+)

Bernandino Hernández Santiz (+)

Gloria Méndez Hernández

María Hernández López

Gracias por el cariño y apoyo que siempre me brindaron, ustedes son y siempre serán parte muy importante en mi vida. ¡Gracias por tanto amor, los amo! A mi abuelos Remigio y Bernandino, aunque ya no estén conmigo, los amo y siempre los llevaré dentro de mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

Página

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Origen y generalidades del chile	4
2.2. Composición química	5
2.3. Importancia del cultivo	5
2.4. Clasificación Taxonómica	6
2.5. Descripción botánica	6
2.5.1. Tallo.....	6
2.5.2. Hoja	7
2.5.3 Flor	7
2.5.4 Fruto	7
2.5.5 Semillas.....	7
2.6. Requerimientos climáticos.....	8
2.6.1 Clima	8
2.6.2. Suelo	8
2.6.3. Humedad.....	9
2.6.4. Riegos	9
2.7. Manejo del cultivo	9
2.7.1. Preparación del terreno	9
2.7.2. Barbecho	9
2.7.3. Paso de rastra	10

2.7.4. Nivelación	10
2.7.5. Siembra	10
2.7.6. Siembra directa	11
2.7.7. Trasplante	11
2.7.8. Densidad de plantación	11
2.7.9. Cosecha	11
2.8. Plagas.....	12
2.8.1. Mosca Blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>)	12
2.8.2. Barrenillo del chile (<i>Anthonomus Eugeni</i>).....	12
2.8.3. Minador de la hoja (<i>Liriomyza spp</i>).....	12
2.9. Enfermedades	13
2.9.1. Marchites del chile (<i>Phytophthora capsici</i>)	13
2.9.2. Mancha foliar por alternaría (<i>Alternaria spp</i>)	13
2.9.3. Cenicilla (<i>Oidiopsis taurica</i>).....	13
2.10. Agricultura Orgánica	13
2.11. Fertilización	14
2.11.1. Fertilización orgánica.....	14
2.11.2. Materia orgánica.....	15
2.11.3. Sustancias Húmicas	16
2.11.4. Ácidos húmicos	18
2.12. Nutrición del cultivo.....	18
2.13. Funciones de los elementos en la planta.....	19
2.13.1. Nitrógeno (N)	19
2.13.2. Fosforo (P)	20
2.13.3. Potasio (K).....	20
2.13.4. Calcio (Ca)	21
2.13.5. Magnesio (Mg)	21
2.13.6. Azufre (S)	22
2.13.7. Boro (B)	22
2.13.8. Hierro (Fe)	22
2.13.9. Manganeso (Mn)	23
2.13.10. Zinc (Zn)	23

2.13.11. Cobre (Cu).....	23
2.13.12. Molibdeno (Mo).....	23
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1. Ubicación del sitio experimental	24
3.2. Características del sitio experimental	24
3.3. Clima	24
3.4. Suelo	24
3.5. Material Vegetal.....	24
3.6. Preparación del suelo	25
3.7. Manejo del cultivo	25
3.7.1. Trasplante	25
3.7.2. Tutorio	25
3.7.3. Fertilización	26
3.7.4. Riegos	26
3.7.5. Control Fitosanitario	26
3.7.6. Control de maleza	26
3.7.7. Aplicaciones Foliares.....	27
3.7.8. Cosecha	27
3.8. Diseño experimental.....	27
3.9. Modelo estadístico.....	27
3.10. Descripción de factores	28
3.11. Variables evaluadas	30
3.11.1. Número de frutos (NF).....	30
3.11.2. Peso de fruto (PF)	30
3.11.3. Diámetro polar (DP).....	31
3.11.4. Diámetro ecuatorial (DE)	31
3.11.5. Diámetro de tallo (DT)	31
3.11.6. Altura de la planta (AP)	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
4.1 Número de Frutos (NF).....	33
4.2 Peso del fruto (PF).....	37
4.3 Diámetro Polar (DP).	42

4.4 Diámetro Ecuatorial (DE).....	48
4.5 Diámetro de tallo (DT).	54
4.6 Altura de la planta.....	59
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. LITERATURA CONSULTADA.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
2.1	Composición química del fruto	5
2.2	Contenido de ácidos húmicos y fulvicos en diferentes materiales.....	16
3.1	Descripción de los tratamientos obtenidos mediante la combinación de factores	29
4.1	Cuadrados medios de las variables y su significancia de acuerdo con los factores evaluados y sus interacciones.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura	Titulo	Página
4.1.1	Respuesta del chile serrano al sistema de plantación manejado para la variable número de frutos.....	34
4.1.2	Respuesta del chile serrano al factor B (tipo de solución nutritiva) para la variable número de frutos.....	35
4.1.3	Respuesta del chile serrano a las capacidades de extracción de fertilizantes para la variable número de frutos.....	36
4.1.4	Efecto del factor D uso de sustancias húmicas para la variable número de frutos.....	37
4.2.1	Influencia del sistema de plantación manejado sobre la variable peso del fruto (g)	38
4.2.2	Influencia del factor B (tipo de formula) para la variable peso de fruto (g).....	39
4.2.3	Influencia de las capacidades de extracción de fertilizante sobre la variable peso del fruto (g)	40
4.2.4	Influencia del uso de sustancias húmicas para la variable peso del fruto (g).....	41
4.3.1	Respuesta del chile serrano al factor A (Densidad de plantación) para la variable diámetro polar (cm).....	43
4.3.2	Respuesta del chile serrano para el factor B (tipo de solución nutritiva) para la variable diámetro polar (cm).....	44
4.3.3	Influencia de las capacidades de extracción de fertilizante sobre la variable diámetro polar (cm).....	45
4.3.4	Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas para la variable diámetro polar (cm).....	46
4.3.5	Respuesta del chile serrano a la interacción del factor A (sistema de plantación), con el factor B (tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro polar (cm).....	47
4.4.1	Respuesta del chile serrano al factor A (sistema de plantación), para la variable diámetro ecuatorial (cm).....	49
4.4.2	Respuesta del chile serrano al factor B (tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro ecuatorial (cm).....	50
4.4.3	Influencia de las capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable diámetro ecuatorial (cm).....	51
4.4.4	Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas para la variable diámetro ecuatorial (cm).....	52
4.4.5	Respuesta del chile serrano a la interacción del factor A (sistema de plantación) con el factor C (capacidad de extracción de fertilizante), para la variable diámetro ecuatorial (cm).....	53

4.5.1	Respuesta del chile serrano sobre el factor A (sistema de plantación), para la variable diámetro de tallo (cm).....	55
4.5.2	Respuesta del chile serrano sobre el factor B (tipos de fórmulas), para la variable diámetro de tallo (cm).....	56
4.5.3	Influencia de la capacidad de extracción sobre la variable diámetro de tallo (cm).....	57
4.5.4	Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas sobre la variable diámetro de tallo (cm).....	58
4.6.1	Respuesta del chile serrano al factor A (sistema de plantación) para la variable altura de planta (cm).....	60
4.6.2	Respuesta del chile serrano al factor B (tipos de fórmulas) sobre la variable altura de planta (cm).....	61
4.6.3	Respuesta del chile serrano a la capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable altura de la planta (cm).....	62
4.6.4	Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas sobre la variable altura de la planta (cm).....	62

RESUMEN

Este presente trabajo de investigación, se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se trabajó en el cultivo de Chile Serrano, empleando dos sistemas de plantación, el objetivo de esta investigación fue: determinar la cantidad de elementos minerales, que permitan aumentar el rendimiento y calidad de fruto a campo abierto. Se establecieron surcos a una distancia de 1.20 m, y cintillas utilizadas para el riego. Se efectuó un trasplante a 30 cm entre plantas, manejando 3 plantas por metro lineal a hilera sencilla, y 6 plantas por metro lineal a doble hilera. El diseño experimental empleado, fue bloques al azar con arreglo factorial $A \times B \times C \times D$ ($2 \times 2 \times 3 \times 2$), al final se obtuvieron 24 tratamientos con 3 repeticiones, con un total de 72 unidades experimentales. Para el factor A (Sistema de plantación), A_1 : hilera sencilla, A_2 : doble hilera, Factor B (solución nutritiva), B_1 : solución con influencia vegetativa, B_2 : solución con influencia reproductiva, Factor C (capacidad de extracción de fertilizantes), C_1 : 500 Kg/Ha/año, C_2 : 1000 Kg/Ha/año, C_3 : 2000 Kg/Ha/año, Factor D (uso de humatos), D_1 : sin humatos, D_2 : 0.25 cc/L. las variables evaluadas fueron los siguientes: Número de frutos (NF), Peso de Fruto (PF), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Diámetro de Tallo (DT), Altura de la Planta (AP). En los resultados, se encontraron una respuesta estadística no significativa, para la variable número de frutos (NF), en el factor A se obtuvo mejores resultados al manejar un sistema de plantación a doble hilera, con un 5.77% de incremento, para el factor B el mejor resultado se presentó al manejar una fertilización con influencia reproductiva, superando en 3.15% a la vegetativa, para el factor C, la capacidad de extracción 500 Kg de fertilizante/Ha/año reportó mejores resultados, para el factor D, manejar 0.25 cc/L de sustancias húmicas presento mejor resultado, con un incremento de tan solo 0.62%. Para la variable peso de fruto (PF), el factor A, presentó mejor resultado es sistema de plantación a doble hilera, para el factor B manejar una solución nutritiva vegetativa reportó los mejores resultados, el factor C, donde se manejó una capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año fue el que reportó los mejores resultados, no manejar sustancias húmicas tuvo mejor respuesta para el factor D. Para la variable diámetro polar (DP), la interacción A x B tuvo una respuesta significativa, esto al manejar una solución con formula reproductiva a doble hilera, la variable diámetro ecuatorial (DE), se tiene una respuesta significativa, reportando mejores resultados al manejar un sistema de plantación a doble hilera, sin la aplicación de sustancias húmicas. Para el diámetro de tallo (DT), se obtuvieron mejores resultados al manejar un sistema de plantación de hilera sencilla, el factor B reporta la mejor respuesta al uso de la solución nutritiva con influencia vegetativa. La variable altura de la planta (AP), reporta una respuesta significativa teniendo un incremento del 7.74% al manejar un sistema de plantación a hilera sencilla.

PALABRAS CLAVE: Chile serrano, unidades experimentales, tipo de solución, capacidad de extracción, sustancias húmicas, densidad, variables.

I. INTRODUCCION

La agricultura en México, es considerada como una de las actividades económicas de mayor importancia, ya que esta genera una gran cantidad de empleos en el país; es de hecho, el sector productivo más importante desde un punto vista económico, social y ambiental, ya que de ésta depende la alimentación primaria de millones de personas. La agricultura es una base importante para el desarrollo del país, que otorga seguridad alimentaria; así mismo, constituye un soporte para potenciar el progreso y el crecimiento productivo que puede mejorar significativamente las condiciones de vida en amplias zonas, y fomentar la capacidad productiva de los sectores rurales con la finalidad de sacarlos de las condiciones de marginación.

El cultivo de chile (*Capsicum annum L.*) en México, es de gran importancia desde el punto de vista cultural, agronómico, nutricional y económico, esto es debido a que sus frutos se consumen tanto en fresco como en seco para proporcionar sabor y aroma a infinidad de platillos (Aguirre, Mancilla 2017).

En nuestro país los principales tipos de chiles que se consumen son: los Anchos, Jalapeños, Serranos (verde), Mirasol (o Guajillo seco), y el chile pimienta, la mayor parte de la producción de este último, se exporta a los Estados Unidos y el resto se destina para su consumo en fresco dentro del país (SAGARPA 2017). De acuerdo con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), para 2019, México sigue siendo el exportador número uno a escala mundial de chiles y pimientos; Destinando 29.71 por ciento de su producción total al mercado internacional

En 2016, las exportaciones de chiles y pimientos alcanzaron sólo en el periodo enero-agosto, los 789 millones de dólares por exportaciones, lo que representó un aumento en términos anuales de 31.6 por ciento, siendo uno de los crecimientos más destacados entre las hortalizas, dentro del contexto productivo. Ese mismo año se sembraron 173,000 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2016).

Según la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, este cultivo se encontraba entre las siete hortalizas que más se produjeron en el mundo, con 25 millones de toneladas en una superficie de 1' 696, 891 has. Sus principales productores fueron China con el 54 por ciento, el segundo lugar lo ocupó México con el 6.5%, seguido de Indonesia (4.2%), Turquía (4.2%), España (4.1%) y Estados Unidos (3.3%). Para ese año los principales importadores fueron EE.UU, Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda y Canadá (Azofeifa y Moreira, 2008).

En la producción nacional, el estado de Sinaloa, ocupa el primer lugar en producción con 858 543.90 toneladas al año, seguido de Chihuahua con 588 598.91 toneladas al año, el estado Sonora ocupa el tercer lugar con una producción de 245 774.91 toneladas al año, el estado de Jalisco ocupa el cuarto lugar con una producción de 148 084.76 toneladas al año, y el quinto lugar lo ocupa el estado de Zacatecas con una producción de 141 158.62 toneladas al año (SIAP, 2018).

En la actualidad uno de los principales problemas que se presentan en la producción de este cultivo, es la poca información sobre la nutrición adecuada del cultivo de chile, lo que provoca la pérdida en el rendimiento y calidad del fruto, dejando a la planta susceptible a la presencia de enfermedades, principalmente de la raíz, esto incluso puede llegar a matar a la planta, afectando de manera severa a los productores al no obtener las ganancias suficientes. La falta de conocimiento sobre el manejo adecuado de la nutrición, ha provocado el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos, lo que en su momento puede llegar a potencializar el rendimiento del cultivo, pero al mismo tiempo se contribuye de

manera directa el empobrecimiento de la materia orgánica del suelo y a la degradación del mismo.

Para solucionar este problema, es importante brindar la información suficiente y al mismo tiempo capacitar al productor, llevar a cabo una nutrición balanceada de las plantas, será indispensable para obtener mejores rendimientos y frutos de calidad, además de disminuir de manera significativa los elevados costos de producción, que implica un buen manejo o control usando fertilizantes químicos de manera racional, y responsable que de igual manera el uso adecuado de dichos fertilizantes fomenta la disminución en la contaminación del suelo así mismo del medio ambiente.

1.1. Objetivos:

1. Determinar la cantidad adecuada de los elementos minerales, que permita una buena producción de chile serrano variedad camino real a campo abierto.
2. Aumentar el rendimiento y la calidad del fruto (chile serrano variedad camino real), realizando el manejo de la nutrición completa.
3. Disminuir los costos de producción, en base a una fertilización adecuada, para lograr un buen desarrollo y crecimiento de las plantas.

1.2. Hipótesis:

1. La formulación y aplicación de fertilizantes con contenido de macro y micro elementos, aplicado en bajas cantidades, permitirá un mayor rendimiento de la producción de chile serrano variedad camino real a campo abierto, con una mejor calidad de frutos.

II. REVISION DE LITERATURA:

2.1. Origen y generalidades del chile:

Todas las especies del género *Capsicum* son originarias de América. De acuerdo con los especialistas, el chile es originario de México, evidencias arqueológicas han permitido estimar que esta especie fue cultivada desde el año 7000 al 2555 a. C. en las regiones de Tehuacán, Puebla (Aguirre y Muñoz 2015).

Rodríguez y Lara (2006), mencionan que la palabra chile viene del náhuatl chilli y se aplica a numerosas variedades y formas de una planta herbácea anual de la familia Solanácea (la misma del jitomate, papa, berenjena y tabaco). En otras partes del mundo recibe el nombre de ají, pimienta, páprika, etc.

El género *Capsicum* incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales del centro y sur de América, donde ha sido cultivado y usado desde épocas muy remotas; era utilizado por los indígenas para condimentar sus comidas y constituía un alimento importante en la dieta (Casseres 1966; Muñoz et al. 1970; Huerres 1987; Abugarade 1990).

Dentro de las cinco especies cultivadas, *Capsicum annum* L. es la más ampliamente conocida y la de mayor importancia económica en general de todos los chiles cultivados, esto por su amplia distribución mundial (Pickersgill, 1969).

Su utilización data desde tiempos remotos, primordialmente como condimento, aunque también es una importante fuente de vitamina C, además de diversos usos por parte de las diferentes culturas americanas (Long-Solis, 1986).

2.2. Composición química:

Valadez (1992) indica que el principal componente del fruto es el agua, el cual representa una cantidad del 94%.

Cuadro 2.1 Composición química/100g.

<u>Elemento</u>	<u>Cantidad</u>
Agua	93.0 g
Calcio	6.0 g
Fierro	1.8 mg
Fosforo	22.0 mg
Potasio	195.0 mg
Sodio	3 mg
Carbohidratos	5.3 mg
Fibra	1.2 g
Grasa	0.5 g
Proteínas	0.9 g
Ácido ascórbico	128.0 mg
Vitamina A	530.0 UI
<u>Energía</u>	<u>25.0 kcal</u>

Nota: g (gramos), kcal (kilocaloría), mg (miligramos), UI (Unidad Internacional).

2.3. Importancia del cultivo:

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI) con información de la Base de Datos Estadístico Corporativos de las Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT) (2020), el cultivo de chile es una de las principales hortalizas cultivadas a nivel mundial, obteniendo un total de 36´ 771, 482 toneladas. En ese mismo periodo en la superficie cosechada se obtuvo un incremento de 1.4% con respecto al 2017. En cuanto al rendimiento promedio mundial en 2008 se tenía 15.5 t/Ha pasando a 18.5 t/Ha en el 2018.

En México, el cultivo de chile junto con el tomate, son los cultivos de mayor importancia. A nivel nacional el cultivo de chile aporta el 20.2% en la producción de hortalizas (INTAGRI, 2020). En los últimos 15 años la producción ha aumentado a un poco más de un millón de toneladas durante este periodo, esto

debido al incremento el rendimiento por hectárea que paso de 13.86 t/Ha en 2005 a 21.65 t/ Ha, en 2019. El chile serrano es uno de los más comerciales en el país, esto por su preferencia en su consumo en fresco, la calidad de fruto y la vida de anaquel, son los factores más importantes para su comercialización.

2.4. Clasificación Taxonómica:

Janick (1985), clasificó al chile (*Capsicum annum* L.) de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotiledonea

Orden: Solanaceales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *Annum*

2.5. Descripción botánica:

El chile *Capsicum annum* L. es una planta herbácea perenne con ciclo de cultivo anual. Tiene sistema radicular pivotante y profundo el cual puede llegar a medir de 70 a 120 cm (Guenkov, 1987).

2.5.1. Tallo:

El chile presenta un tallo herbáceo, de crecimiento limitado y erecto. La longitud varia de 0.5 a 1.5 cm, a una cierta edad alcanzada, los tallos se lignifican ligeramente, es de color verde oscuro (Zapata et al, 1992).

2.5.2. Hoja:

Valadez, (1994) menciona que las hojas son planas, simple y de forma ovoide alargada, varían en tamaño; son lampiñas o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho. La base de la hoja es cuadrada o aguda y el pedicelo es largo. Las hojas al igual que el tallo en ocasiones pueden presentar vellosidad.

2.5.3 Flor:

Son de color blanco y a veces purpura, los pedicelos pueden llegar a medir hasta 1,5 cm de longitud, cáliz campanulado, ligeramente dentado con un aproximado de 2 mm de longitud. Generalmente alargado y cubierto en la base de los frutos, dividida en 5 a 6 partes, midiendo de 8 a 9 mm de diámetro, posee de 5 a 6 estambres insertados cerca de la base de la corola. Las flores son hermafroditas con un alto porcentaje de polinización cruzada llegando casi al 50%, varía dependiendo del clima y de los polinizadores (Rodríguez, 1988).

2.5.4 Fruto:

Son rectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos de forma cónica, tienen de 2 a 10 cm de longitud con cuerpos cilíndricos y epidermis lisa, presenta de 2 a 3 lóculos. Por lo general son picantes, el color varía de color verde claro hasta un oscuro inmaduro, al madurar cambia a un color rojo, estos dependiendo del genotipo ya que unos maduran de color café anaranjado o amarillo (Pozo, 1981).

2.5.5 Semillas:

Son muy pequeñas, con una dimensión de 2 a 3 mm. Cuando la semilla aún está verde estas tienen un color blanco, mientras que cuando este llega a su estado de madures toma un color amarillo pálido (Lesur, 2006).

2.6. Requerimientos climáticos:

2.6.1 Clima:

Castaños, (1993) menciona que el cultivo de chile se adapta a las altas temperaturas, por lo que se consideró un cultivo de clima cálido. Para la germinación de la semilla las temperaturas óptimas oscilan entre los 25 y 35 °C, teniendo la emergencia a los ocho o nueve días después de la siembra. Para un desarrollo óptimo se requiere de una temperatura de 24 °C, teniendo como máximo los 34 °C y como mínimo los 11 °C.

El cultivo de chile requiere de una temperatura media diaria de 24 °C para su buen desarrollo, con temperaturas de 15 °C el crecimiento es muy poco o débil, y con temperaturas de 10 °C el crecimiento de la planta se detiene por completo. En las condiciones óptimas, debe de tener por lo menos tres a cinco meses de calor para tener un buen desarrollo y crecimiento de la planta (Valadez, 1997).

Guenko, (1983), indica que el cultivo de chile serrano, es una planta que requiere de mayor cantidad de calor a comparación del cultivo de tomate. Las altas temperaturas afectan a la fotosíntesis y la polinización no se completa de manera adecuada. Al momento de la germinación, las semillas resisten temperaturas bajas de 12 a 13 °C.

2.6.2. Suelo:

Los suelos ideales para el cultivo de chile tienen que ser profundos, bien drenados y sueltos, se desarrolla mejor en suelos limo arcilloso profundo, ligero (arenoso) hasta pesados (arcilloso), con un buen drenaje para obtener un aceptable desarrollo de las plantas y buenos rendimientos. Tolerante a ciertas condiciones de acidez, teniendo buen crecimiento a pH de 5.5 a 6.8 (Castaños, 1993).

Villalpando, (1991) reporta que el exceso de agua reduce la variabilidad de los suelos y la disponibilidad de oxígeno en el suelo para las raíces, esto puede llegar a afectar el desarrollo de la planta ya que este se detiene o se daña.

2.6.3. Humedad:

Baños, (1991) indica que la humedad relativa óptima del cultivo, oscila entre el 50% y 70%, especialmente en la etapa de floración y amarre de frutos. Las humedades relativas mayores pueden provocar problemas con algunas enfermedades, y una humedad relativa menor con altas temperaturas puede provocar excesiva transpiración y caída de flores.

2.6.4. Riegos:

La frecuencia y el número de riegos que se van aplicando va dependiendo del tipo de suelo que se tiene y la evaporación, es importante siempre mantener una buena humedad en el suelo durante todo el periodo del cultivo, pero mucho más principalmente durante la antesis, ya que una falta de agua durante este periodo puede provocar la caída de flores, por lo que es necesario manejar un sistema de riego que eficiente de manera adecuada y uniforme la humedad durante todo el ciclo vegetativo (Ortiz et al., 1999).

2.7. Manejo del cultivo

2.7.1. Preparación del terreno:

El cultivo de chile es como todas las hortalizas, requiere de una buena preparación de terreno para el buen desarrollo y crecimiento de la planta lo cual traerá como beneficios los buenos rendimientos y calidad de frutos.

2.7.2. Barbecho:

Robles, (1985) menciona que esta práctica agrícola, consiste en voltear la tierra a una profundidad de 30-35 cm, y se realiza básicamente con dos tipos de arados, el arado de rejas y el arado de discos.

Es de suma importancia realizar esta práctica agrícola ya que de ello dependerá el obtener buenos rendimientos. Acevedo, (1971) indica que esta labor tiene como objetivo lo siguiente:

1. Facilitar penetración de raíces al suelo.
2. Eliminación de huevos y larvas de diferentes plagas, estos quedaran expuestos a la intemperie, provocando así su muerte.
3. Facilitación de la penetración del agua al suelo.
4. Eliminación de las malas hierbas.

2.7.3. Paso de rastra:

Consiste en el rompimiento de 25 a 30 cm de profundidad, de todos los terrones grandes que quedan después de haber realizado el barbecho. Esto con la finalidad de dejar la tierra bien mullida, lo cual facilita la siembra correcta y una buena germinación de la semilla. Esta labor ayuda a que se mezclen las capas superficiales del suelo, las malezas, rastrojos y residuos que pudieran haber quedado de la cosecha anterior, son triturados y enterrados lo suficiente para su descomposición para después convertirse en materia orgánica para el suelo (INIFAP, 2003).

2.7.4. Nivelación:

La nivelación es un aspecto muy importante en la preparación del terreno ya que con esto se aprovecha el agua de la mejor manera para obtener buenos rendimientos. Con esto se busca dejar una cama de siembra pareja y evitar la acumulación de agua en algunos sectores o el déficit en otros.

2.7.5. Siembra:

La época de siembra del chile serrano puede ser variado, esto debido a que para decidir la fecha se tomara en cuenta los factores ambientales de las zonas donde se realizara la siembra o trasplante, se busca evitar los riegos de tener incidencia

de las heladas tardías, así mismo dependerá de la variedad a utilizar y las fechas en que se desea cosechar (Miguel, 2013).

2.7.6. Siembra directa:

Para llevar a cabo la siembra directa se tiene que tener nivelado la superficie del suelo, este debe de estar suave con la humedad suficiente que permita el fácil desplazamiento de la sembradora. Se deposita la semilla a 2 o 3 cm de profundidad. Se requiere de 2 a 3 kg de semilla por hectárea (Mata et al, 2010).

2.7.7. Trasplante:

Cárdenas V., (1980) menciona que el trasplante se puede realizar cuando la planta tiene una altura de 7 a 15 cm, y que presente un par de hojas verdaderas que generalmente son las primeras. Tiene que presentar un buen crecimiento radicular, apariencia vigorosa y color verde oscuro en el follaje. Se trasplanta en un suelo recién regado, después se realiza un segundo riego (Cantú, 1870).

2.7.8. Densidad de plantación:

Las distancias que se usan, van dependiendo principalmente del porte de la variedad, tipo de suelo, la maquinaria disponible, los gastos de producción y sobre todo el método de siembra que se emplea (directa o trasplante). El INIFAP, (2013) reporta que los mejores rendimientos se obtienen con una población de 37, 000 plantas por hectárea, dejando una distancia de 30 centímetros entre planta y 90 centímetros entre surcos.

2.7.9. Cosecha:

La cosecha se hace de manera manual. Esta va dependiendo de la fecha de siembra, por lo regular la cosecha se presenta entre los 90 a 100 días después del trasplante. Debe de alcanzar su tamaño característico junto con un color verde opaco o verde brillante. Los siguientes cortes se hacen en intervalos de 18 a 25 días más o menos (INIFAP, 2003).

2.8. Plagas.

La alta incidencia de plagas que llegan a presentarse en el cultivo de chile afecta en gran manera el desarrollo y rendimiento del cultivo, esto ha sido causa de grandes pérdidas económicas, ocasionando emplear el uso de plaguicidas químicos para el control de estos (Silvilla, 2001).

2.8.1. Mosca Blanca (*Bemisia Tabaci*):

La mosca blanca, es una plaga que ha incrementado su incidencia en los últimos años en el cultivo de chile en México. La importancia de esta plaga es el daño directo que causa, este succiona la sabia de las plantas lo que debilita a la planta, ocasionando incluso la muerte, sobretodo en sembradíos donde se presenta alta incidencia de esta plaga (Garzón et al., 2002). El mayor daño de esta plaga está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral el cual afecta el rendimiento y calidad del fruto, los daños varían de 20 al 100%.

2.8.2. Barrenillo del chile (*Anthonomus Eugeni*):

Es una de las plagas más destructivas del chile, una infestación temprana y severa puede destruir toda la cosecha. El principal daño es causado por las larvas al barrenar el interior de los frutos y propiciar su abscisión. En estado adulto afecta la planta al ovopositar, se alimenta de las yemas florales, al igual de las flores y los frutos pequeños (Gordon y Armstrong, 1990).

2.8.3. Minador de la hoja (*Liriomyza spp*):

El minador de la hoja es una plaga que causa daños directos en la planta provocando un bajo rendimiento y calidad de la cosecha, las larvas producen minas continuas en el envés de las hojas. Una población grande de larvas puede minar hojas completas, esto puede llegar a defoliar por completo la planta. Los daños ocasionan estrés en la planta y quemadura en los frutos causado por la falta de follaje (Pacheco, 1985).

2.9. Enfermedades:

2.9.1. Marchites del chile (*Phytophthora capsici*):

La marchites de chile es la enfermedad de raíz más importante ya que este llega a provocar la muerte prematura del cultivo. Los síntomas que se presentan son la marchitez de la hoja sin cambio de color, se presenta clorosis para después tener la caída prematura de las hojas, maduración inadecuada de los frutos, principalmente la pudrición de la raíz o la base del tallo provocando la muerte de la planta (Avelar y Marban, 1989).

2.9.2. Mancha foliar por alternaría (*Alternaria spp*):

García, (1984), menciona que esta enfermedad se presenta formando pequeñas manchas circulares llegando a cubrir toda la hoja donde se produce las esporas y estas son dispersadas por la lluvia o el viento. Esta enfermedad en un estado avanzado llega a defoliar de manera severa todas las hojas de las plantas. Las plantas más jóvenes y vigorosas son las más resistentes a la infección, al contrario de las plantas menos vigorosas estas son las más susceptibles a esta enfermedad.

2.9.3. Cenicilla (*Oidiopsis taurica*):

Esta enfermedad se presenta principalmente en las hojas inferiores, produciendo pequeñas manchas de color blanco con apariencia polvosa. Estas manchas foliares cubren toda la hoja, tornándose cloróticas luego de color café o gris y mueren, se presenta defoliación de la planta provocando un incremento el daño de “golpe por sol” en los frutos. La incidencia de esta enfermedad es más en las regiones con climas cálidos y secos (Mendoza y Pinto, 1985).

2.10. Agricultura Orgánica:

La agricultura orgánica, es una práctica eficiente y sana de producción de alimentos que respeta la naturaleza lo cual al mismo tiempo se obtiene beneficios económicos importantes, esto por la sustitución de productos de síntesis química

por sustancias orgánicas, este sistema se caracteriza principalmente por no usar productos de síntesis química (fertilizantes, plaguicidas, etc.) en todo el ciclo de producción del cultivo, en dado caso que sea necesario usar productos químicos, se utilizan los que tienen menor impacto ambiental en todos los niveles (Lampkin, 1998:3). La agricultura orgánica es una técnica que combina tradición, innovación y ciencia con el objetivo de favorecer el medio ambiente, promoviendo una buena calidad de vida para todos.

En México, el principal destino comercial de la producción orgánica es la exportación principalmente a Estados Unidos y la Unión Europea. Los ingresos obtenidos de estas exportaciones son considerablemente altas, entre los años 1996 al 2008 la tasa de crecimiento anual de las remesas ha sido del 28%, incrementando año tras año (Gómez Cruz et al, 2009).

2.11. Fertilización:

Cadahia, (1998), indica que el cultivo de chile como cualquier otra hortaliza requiere de una buena nutrición adecuada para el buen crecimiento y desarrollo de la planta, el aporte de estos nutrientes se verá reflejado en la calidad y rendimiento de la cosecha, así como la resistencia a la incidencia de plagas y enfermedades. Hernández (1989), menciona que para un buen crecimiento y desarrollo de la planta requiere de 17 elementos para su nutrición los cuales son: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl y Ni, la planta obtiene el carbono y oxígeno directamente del aire mientras que el hidrógeno directa o indirectamente del agua del suelo. Ludilov y Ludilov (1975), mencionan que para este cultivo se obtienen buenos rendimientos al emplear una fertilización de 120-120-120 kg/Ha (N-P-K).

2.11.1. Fertilización orgánica:

La fertilización orgánica consiste en la incorporación de materia orgánica al suelo, los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo (Valverde et al. 1998). En los últimos años el uso de fuentes orgánicas ha

tenido un fuerte crecimiento. En la actualidad se tiene un mercado muy amplio para la producción y comercialización debido a la demanda que se tiene del manejo de productos cada vez más inocuos. La agricultura orgánica ha surgido como una alternativa viable debido al menor impacto que tiene frente a los insumos agrícolas de síntesis química (Intagri, 2017).

Ventajas:

- Mantiene y mejora la salud de los ecosistemas.
- Evita el uso de plaguicidas, fertilizantes químicos, los cuales pueden ser dañinos para la salud.
- Conserva y mejora la fertilidad del suelo.

Desventajas:

- Mano de obra limitada. Ocupa mucha mano de obra.
- Los insumos y materiales disponibles en ocasiones están muy limitadas.
- La planificación del tiempo y la venta de la cosecha requiere un alto grado de organización.

2.11.2. Materia orgánica:

La materia orgánica del suelo es la mezcla que se obtiene de la descomposición de todos los residuos de animales y vegetales y productos sintetizados por microorganismos o animales pequeños. La materia orgánica contiene cerca del 5% de N total, de igual manera contiene otros elementos como el fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes que son esenciales para un buen desarrollo de la planta (Schnitzer y Kanh, 1972).

Stevenson (1994), menciona que el término “humus” es utilizado como sinónimo de la materia orgánica, en la antigüedad este término hace referencia a la totalidad del suelo. En la actualidad el humus es usado para describir un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro y alto peso molecular y propiedades ácidas, el humus está formado por sustancias húmicas y no húmicas.

2.11.3. Sustancias Húmicas:

Las sustancias húmicas son moléculas complejas de color negro o café oscuro, con elevado peso molecular, estos poseen la capacidad de absorción iónica, liberación de nutrientes a mediano y largo plazo. El uso de las sustancias húmicas radica principalmente en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, tanto de forma directa como de forma indirecta. Las SH son clasificadas basados en la solubilidad de sus componentes en soluciones de diferentes pH. Resultan cuatro fracciones: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos himátomelánicos y húminas. La mayor parte de las investigaciones sobre las sustancias húmicas se han llevado a cabo sobre los ácidos húmicos y fúlvicos principalmente (Rice et al., 1988).

La importancia del manejo de las sustancias húmicas es sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, la influencia en esta puede ser de forma directa o indirecta. En los efectos indirectos se relaciona principalmente el mejoramiento de la fertilidad física, química y biológica de los suelos, en los efectos directos se encuentra la absorción de sustancias húmicas y los cambios en el metabolismo de las mismas, esto se refleja en una planta con mayor tolerancia al estrés ambiental, una mejor producción y calidad de cosecha (INTAGRI, 2017).

Payeras, (2013), menciona que existen gran cantidad de materiales los cuales son considerados como fuentes para obtener los ácidos húmicos y fúlvicos, entre ellos el principal es la Leonardita.

Cuadro 2.2 Contenido de ácidos húmicos y fúlvicos en diferentes materiales (Payeras, 2013).

Material	Ácidos Húmicos %	Ácidos Fúlvicos %
Leonardita	40	85
Turba negra	10	20
Carbón bituminoso	10	30
Estiércol	4	15
Compost	2	5
Tierra de jardín	1	5
Lodos de depuradora	1	5

Carbón	0	1
Humus de lombriz	2.8	1.5

Fuente: Payeras, 2013.

El crecimiento y desarrollo de la planta depende de su nutrición, agua y aire. El uso de sustancias húmicas mejora la capacidad de absorción y translocación de los nutrientes en la planta, estos se han venido usando con el propósito de mejorar las condiciones de los suelos (Dubini, 1995).

Gran parte de los suelos usados en la producción agrícola son pobres en materia orgánica, esto es debido a la mineralización del mismo, las labores agrícolas realizadas y el uso preferente que se tiene sobre los fertilizantes químicos. Esto afecta de manera directa sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, lo cual conlleva a una pérdida en cuanto a la productividad. El uso de sustancias húmicas aporta beneficios ayudando a disminuir dichos efectos negativos que se tienen (Barón et al; 1995). El efecto de este en las plantas puede ser de manera directa o indirecta, el uso de materia orgánica humificada mejora la fertilidad del suelo modificando diversas propiedades de la misma. Los beneficios que aportan son:

1. Aporte de nutrientes a las raíces.
2. Incremento de la actividad microbiana en el suelo.
3. Aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC).
4. Formación de complejos estables de Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} y otros cationes polivalentes y aumento así de la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas.
5. Las sustancias húmicas tienen una propiedad aislante que ayuda a estabilizar las temperaturas del suelo y disminuye la tasa de evaporación del agua, lo que protege a las plantas durante los periodos de cambio de calor y frío.
6. Estabilizan o dejan inactivas ciertas enzimas del suelo liberados por los patógenos de las plantas, haciéndolas menos capaces de dañar las plantas.

7. Puede buferizar el pH del suelo, haciendo que el suelo sea menos alcalino o menos ácido.
8. Degradan o desactivan las toxinas que quedan en el suelo debido a los pesticidas y ayuda a reducir la concentración de sal en suelos de excesiva salinidad, haciéndolos más adecuados para el crecimiento de las plantas.
9. Cuando el suelo contiene niveles adecuados de SH, las plantas tienen mayor capacidad de absorción de N-P-K, reduciendo las cantidades de fertilizantes para satisfacer las necesidades de dichos elementos.

2.11.4. Ácidos húmicos:

Son sustancias presentes en el humus, son moléculas complejas que son formadas o son obtenidas de la descomposición de la materia orgánica, este influye de manera positiva en la fertilidad de suelo, resultando un crecimiento excepcional de la planta y en la absorción de nutrientes (Omega, 1989).

García, (1992), menciona el uso o la aplicación de ácidos húmicos en el suelo favorece a la formación de agregados y de la estructura, disminuye la densidad aparente, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, disminuye el pH en suelos alcalinos y eleva la absorción de nutrientes disponibles en el suelo disminuyendo las pérdidas por lixiviación.

2.12. Nutrición del cultivo:

El cultivo de Chile como cualquier otro cultivo, requiere de una buena y adecuada nutrición para su crecimiento de manera satisfactoria, esto se verá reflejado en la obtención de una producción de calidad. La fertilización para la nutrición del cultivo, es una de las prácticas más importantes, ya que en base a esto se obtendrá aumento en la productividad, es recomendable realizar análisis de suelo y foliares, con la finalidad de conocer las concentraciones nutrimentales en diferentes etapas fenológicas de la planta para aportar los nutrientes de manera

más eficiente (Munson y Nelson, 1986). Amberger, (1993), indica que para expresar el máximo rendimiento del cultivo es necesario determinar o establecer una dosis óptima de fertilización, esto para que la planta aproveche de la manera más eficiente.

Los elementos nutritivos se clasifican en macro y micro elementos, siendo los macronutrientes los que son requeridos en cantidades más grandes y los micronutrientes son requeridos en pequeñas cantidades. Cada elemento nutritivo juega un papel específico en la nutrición, a pesar de que los microelementos son nutrientes que se usan en cantidades menores a diferencia de los macroelementos estos tienen la misma importancia, la falta de uno de estos elementos ya sea macro o microelemento llega a afectar el desarrollo de la planta (Kyrby E. y Rombeld V., 2007).

Los requerimientos nutricionales de la planta no son fijas, estos se van modificando conforme a las etapas de crecimiento del cultivo, así como la disponibilidad de luz, agua, temperatura entre otros factores. Para una óptima absorción de nutrientes y un buen crecimiento de la planta, estos nutrientes tienen que estar solubles en la solución del suelo, en cantidades adecuadas y equilibradas, esto para que este accesible para el sistema radicular, facilitando su absorción. La ley del mínimo menciona que el rendimiento del cultivo está determinado por el nutriente que se encuentra más deficitario. La insuficiencia de un nutriente disminuye la eficacia de otro nutriente. Un exceso de cualquier otro nutriente no compensa la deficiencia del nutriente limitante (ASA, 2019).

2.13. Funciones de los elementos en la planta

2.13.1. Nitrógeno (N)

Este elemento, es uno de las más importantes en la nutrición de las plantas, debido a su alto requerimiento. Es de extraordinario interés en la nutrición de las plantas, ya que, es un constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y otras sustancias importantes. Una deficiencia de este elemento se presentará en una

palidez gradual o clorosis de las hojas maduras del cultivo, estas llegan a tornarse amarillentas y se desprende. Este síntoma empieza por las hojas maduras, y poco a poco se extiende hacia las hojas jóvenes. Las plantas responden de varias maneras a los altos o bajos suministros de nitrógeno, causando con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero también puede determinar una reducción del fruto (Bidwell, 1979).

2.13.2. Fosforo (P)

La absorción de fosforo ocurre como ion fosfato inorgánico monovalente o divalente. Una gran cantidad de fosforo existente en la planta se encuentra en forma orgánica, pero probablemente su transporte principalmente es en estado inorgánico (Bidwell, 1979).

Ya ocurrido la absorción del fosforo por las plantas, estas desempeñan varias funciones como los cuales son: formar parte de fosfo-proteínas, fosfolípidos (membranas), es parte esencial de los ácidos nucleicos, de igual manera estimula el desarrollo del sistema radicular de las plantas, promueve la floración y formación de semillas, y es demandado por la planta para la fijación del nitrógeno. Una deficiencia de fosforo en la planta, causara daños en el crecimiento vegetativo de la planta, así como en las hojas y en sus órganos reproductores. La deficiencia se presenta comúnmente en una coloración púrpura de las hojas maduras, debido a que es un elemento móvil (INTAGRI, 2017).

2.13.3. Potasio (K)

Este elemento es también requerido en grandes cantidades por la planta, una deficiencia de este se puede presentar con facilidad en los suelos ligeros o arenosos, esto debido a su solubilidad y a la facilidad de lavarse. Este elemento participa juega un papel importante en el proceso de fotosíntesis, esto debido a su participación en la activación de enzimas e interviene en la producción del adenosín trifosfato (ATP). Desempeña un papel importante en el transporte de

los azúcares en el floema. Este elemento ha sido asociado como el nutrimento de la calidad de la producción de los cultivos, proporciona plantas con un buen sistema radicular, lo que favorece una buena absorción de agua y nutrientes para el desarrollo y crecimiento de las plantas (INTAGRI, 2017).

Una deficiencia de este elemento se manifiesta en un crecimiento en roseta, o achaparramiento de los cultivos, debilitamiento de los tallos y la baja resistencia a patógenos. También se presenta en una clorosis típicamente moteada de las hojas maduras, después se distribuye poco a poco en las hojas jóvenes, este elemento es muy móvil en las plantas (Bidwell, 1979).

2.13.4. Calcio (Ca)

Abunda en la mayoría de los suelos, por lo que, las plantas raramente muestran deficiencia en condiciones naturales. Participa como componente estructural de paredes y membranas celulares, así como cofactor de varias enzimas. El calcio está involucrado en la formación del núcleo y la mitocondria. En la materia seca, el Ca se encuentra en concentraciones que van del 0.2 y el 3%. El contenido de este elemento aumenta con la edad de la planta y se acumula de manera irreversible en los tejidos viejos, propiciando una mayor deficiencia en los tejidos jóvenes. Los síntomas que se presentan de la deficiencia de este elemento es una necrosis en los tejidos, originando fisiopatías como el blossom-and rot “pudrición apical” (Benavides, *et al* 2006).

2.13.5. Magnesio (Mg)

En el suelo, es mucho menos abundante que el Ca, la mayoría de las plantas lo requiere en grandes cantidades. Este elemento se encuentra en las plantas como elemento estructural (forma parte de la molécula de clorofila). Tiene varias funciones claves en las plantas, tales como: fijación de bióxido de carbono CO₂ durante la fotosíntesis, síntesis de proteína, formación de clorofila, transporte del floema (savia elaborada). Los procesos fisiológicos se ven afectados con la deficiencia de este elemento. La deficiencia se ve primero en las hojas viejas, se

manifiesta en una decoloración amarillenta intervenal que se mueve hacia el borde de la lámina, de las hojas inferiores a las superiores (Benavides, et al 2006).

2.13.6. Azufre (S)

Este elemento tiene función importante en la participación de la síntesis de proteínas. El contenido de S se encuentra entre 0.15 y 0.50% con base a materia seca. La mayor parte del azufre, es tomado por las plantas del suelo en forma de SO_4^{2-} , e incorporado al aminoácido cisteína en los tejidos fotosintéticos. Participa en la formación de clorofila y síntesis de vitamina. Este elemento se concentra en mayores cantidades en las hojas viejas que en las jóvenes (Benavides, 1998). Una deficiencia del azufre, raramente se presenta en la naturaleza, se descubrió que la enfermedad “amarillamiento del té” se produce por la deficiencia de azufre, se presenta en una clorosis general y amarillamiento de las hojas jóvenes principalmente (Bidwell, 1979).

2.13.7. Boro (B)

Tiene función en el transporte de azúcares en la planta. El transporte y la absorción de los azúcares se reducen mucho durante la ausencia de este elemento. Las deficiencias son muy características, las hojas tienden a engrosar y oscurecerse, debido a la movilidad del elemento los síntomas se presentan en las zonas más jóvenes (Pérez, 2017).

2.13.8. Hierro (Fe)

Es de gran importancia en los sistemas redox biológicos y puede funcionar como componente estructural o como cofactor enzimático. Desempeña funciones claves en la síntesis de clorofila, mantiene la estructura de los cloroplastos y la actividad enzimática. Una deficiencia de este elemento se presenta mayormente en las hojas jóvenes, los primeros síntomas visibles es la clorosis férrica, debido a que este elemento se trasloca de la raíz a los meristemos de crecimiento (Benavides, et al 2006).

2.13.9. Manganeso (Mn)

Componente estructural importante. Este nutrimento participa en la síntesis de la clorofila, asimilación de nitratos, síntesis de vitaminas, síntesis de aminoácidos. También tiene papel fundamental en la fotosíntesis, respiración y asimilación de dióxido de carbono. La deficiencia de este elemento por lo regular se presenta en suelos calcáreos, con mala aireación o pH elevados. El síntoma de deficiencia comúnmente se presenta en una clorosis intervenal, esto ocurre ya que los cloroplastos son los componentes más sensibles en la célula a la falta de este elemento (INTAGRI, 2018).

2.13.10. Zinc (Zn)

Es fundamental para la síntesis de auxinas. Tiene relación directa con la síntesis de ácido indolacético (IAA) y como tal su deficiencia puede causar cambios sustanciales en la forma y habito de crecimiento de ciertas especies. La deficiencia se presenta como enanismo en las plantas, acortamiento de los entre nudos y la reducción notable de la hoja “en algunos cultivos” (Bidwell, 1979).

2.13.11. Cobre (Cu)

Elemento esencial para el crecimiento de las plantas, pero requerida en pequeñas cantidades. La función principal del cobre en las plantas es la de participar como coenzima en varios sistemas enzimáticos involucrados en la formación y conversión de aminoácidos. La deficiencia de este elemento causa una necrosis en las hojas y les da una apariencia necrosis en las hojas, dándole una apariencia marchita y oscura (INTAGRI, 2020).

2.13.12. Molibdeno (Mo)

Se presenta en muy pequeñas cantidades en muchos suelos, este elemento se absorbe más fácilmente en suelos con pH elevado. El Mo es constituyente de las enzimas de nitrato reductasa y nitrogenasa, estos juegan un papel importante en la reducción de nitratos y fijación de nitrógeno. Los síntomas de este elemento incluyen la marchitez moteada y marginal de las hojas (Bidwell, 1979).

III. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Ubicación del sitio experimental:

El trabajo de investigación se estableció el día 18 de junio del 2019 dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se llevó a cabo en el campo experimental que se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio “La Gloria”, en las coordenadas 25°21’109” latitud norte y 101°01’55” longitud oeste, a una altitud de 1,610 msnm.

3.2. Características del sitio experimental:

3.3. Clima:

El clima del lugar está clasificado como seco, se tiene temperatura media anual de 14 a 18 °C y una precipitación anual desde los 300 a 400 milímetros.

3.4. Suelo:

El suelo presenta una textura franco-arcillosa, con bajo contenido de materia orgánica, con una conductividad promedio de 2.14 mmhos/cm, un pH 8.52, y 4.03% de Materia Orgánica (MO).

3.5. Material Vegetal:

El material genético que se utilizó fue plántulas de chile serrano, de la Variedad Camino Real F1, esta variedad tiene frutos de excelente sabor y picor, genera frutos con larga vida de anaquel.

3.6. Preparación del suelo

Se realizó de forma mecánica. Se empezó por eliminar todas las malezas y quitando todos los residuos que quedaron en el campo de los cultivos establecidos anteriormente.

Habiendo concluido con la limpieza se procedió al paso del arado de discos para voltear la tierra y así mismo descompactarla, la maquinaria formó las camas y al final con la ayuda de un azadón se le dio forma a los surcos levantando los surcos a una altura adecuada para la siembra, se continuo con la instalación de la cintilla para luego colocar el acolchado en dichos surcos.

3.7. Manejo del cultivo:

3.7.1. Trasplante:

El trasplante se llevó acabo el día 18 de junio del 2019, antes de la plantación se le dio un riego con la finalidad de darle la humedad que requieren las plántulas, para el inicio del planteo primero se comenzó con las perforaciones necesarias en el acolchado, se colocaron plántulas con una separación de 30 cm entre planta. Para el sistema de plantación de hilera sencilla se colocaron 3 plantas por cada metro de cama, y en el de doble hilera se colocaron 6 plantas por cada metro de cama.

3.7.2. Tutoreo:

La planta alcanzó una altura considerada ya alta, por lo que se le apoyó realizando el tutoreo con la finalidad de darle soporte y evitar que con el peso del fruto la planta llegara a doblarse, esto se realizó a las 5 semanas después del trasplante, se colocaron estacas a 2 metros de distancia esto con la finalidad de brindar mayor soporte para evitar perdida de los frutos y facilitar su cosecha. Se usó rafia color blanco, colocándolo a una altura de 25 cm del suelo, evitando dejar la rafia tan estirada o apretada esto para evitar dañar la planta, durante el manejo.

3.7.3. Fertilización:

La fertilización se realizó de manera manual, tomando en cuenta los tratamientos establecidos, esto para aplicar la dosis de fertilizante establecidos para cada unidad experimental, esta se realizó una vez por semana, buscando que la aplicación fuera lo más uniforme posible, por lo que se regó en la parte media del surco para que se distribuyera y llegara eficientemente a cada planta, se aplicó un litro de solución a cada unidad experimental, según la dosis correspondiente a cada tratamiento.

3.7.4. Riegos:

El riego se aplicó cada 2 o 3 días dependiendo de las necesidades que presentaba el cultivo, el cual iba variando dependiendo del clima, se mantuvo siempre la humedad suficiente para que la planta llegara en buenas condiciones hasta producción, además permite a la planta tener mayor facilidad para la absorción de nutrientes.

3.7.5. Control Fitosanitario:

Durante el experimento se realizó la aplicación de un fungicida en drench, ya que se presentó síntomas de marchites causado por una enfermedad en la raíz, logrando así disminuir los daños ya presentes.

3.7.6. Control de maleza:

Se realizó de manera manual, el uso del acolchado ayudo a reducir la presencia de maleza entre las plantas, se eliminaba constantemente cada vez que se veía esto, para evitar que sea una competencia de nutrientes para el cultivo, para el deshierbe entre los surcos, se realizó con la ayuda de un azadón de manera constante para tener siempre las mejores condiciones de limpieza el área del cultivo, aparte evitar que estos se vuelvan un problema ya que puede ser un hospedero de plagas y enfermedades.

3.7.7. Aplicaciones Foliare:

La aplicación foliar, se realizó con la finalidad de apoyar en la parte nutritiva a la planta, esto debido a que durante el experimento se presentó una granizada dañando de manera severa el cultivo, la aplicación ayudo para que la planta se recuperara de manera más rápida, se hicieron tres aplicaciones.

3.7.8. Cosecha:

La cosecha se realizó a los 90 días después del trasplante, el fruto alcanzo el tamaño requerido, junto a un color verde brillante. La frutos cosechados se colocaron en bolsas de plástico separados con sus respectivas identificaciones por tratamiento, al final se tomaron los datos correspondientes.

3.8. Diseño experimental:

El trabajo se estableció a campo abierto, usando un diseño de bloques al azar con arreglo factorial AxBxCxD (Factor A: Densidad de plantación), (Factor B: Tipos de influencia en las fórmulas), (Factor C: Capacidad de extracción), (Factor D: Uso de humatos) en el cultivo de chile serrano, la combinación de todos los factores dio como resultado 24 tratamientos y se emplearon tres repeticiones para cada tratamiento, teniendo al final un total de 72 unidades experimentales, las que fueron aleatorizadas en dos surcos y manejando un metro por unidad experimental.

Para el análisis de varianza (ANVA) se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 9.0 año 2002.

3.9. Modelo estadístico:

Se usó un modelo estadístico al azar con el siguiente arreglo factorial:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \mathcal{K}_l + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \alpha\mathcal{K}_{il} + \beta\gamma_{jk} + \beta\mathcal{K}_{jl} + \gamma\mathcal{K}_{kl} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \alpha\beta\mathcal{K}_{ijl} + \alpha\gamma\mathcal{K}_{jkl} + \beta\gamma\mathcal{K}_{jkl} + \alpha\beta\gamma\mathcal{K}_{ijkl} + r_m + EE_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijkl} : Valor que corresponde a la i-esimo densidad de plantación, j-esimo vegetativa y reproductiva, k-esimo capacidad de extracción, l-esimo uso de sustancias húmicas

μ : Media general de los tratamientos

α_i : i-esimo nivel del factor A

β_j : j-esimo nivel del factor B

γ_k : k-esimo nivel del factor C

θ_l : l-esimo nivel del factor D

$\alpha\beta_{ij}$: Interacción del factor A*B

$\alpha\gamma_{ik}$: Interacción del factor A*C

$\alpha\mathcal{K}_{il}$: Interacción del factor A*D

$\beta\gamma_{jk}$: Interacción del factor B*C

$\beta\mathcal{K}_{jl}$: Interacción del factor B*D

$\gamma\mathcal{K}_{kl}$: Interacción del factor C*D

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$: Interacción del factor A*B*C

$\alpha\beta\mathcal{K}_{ijl}$: Interacción del factor A*B*D

$\alpha\gamma\mathcal{K}_{jkl}$: Interacción del factor A*C*D

$\beta\gamma\mathcal{K}_{jkl}$: Interacción del factor B*C*D

$\alpha\beta\gamma\mathcal{K}_{ijkl}$: Interacción del factor A*B*C*D

r_k : Efecto de repeticiones

EE_{ijkl} : Error experimental del i-esimo valor de densidad de plantación, j-esimo nivel vegetativa y reproductiva, k-esimo nivel de capacidad de extracción, l-esimo uso de sustancias húmicas.

3.10. Descripción de factores:

Factor A (Densidad de Plantación).

- A₁: Hilera Sencilla.
- A₂: Doble Hilera.

Factor B (Tipos de Formulas).

- B₁: Nutrición con influencia vegetativa.
- B₂: Nutrición con influencia reproductiva.

Factor C (Capacidad de Extracción).

- C₁: 500 kg/Ha/año.
- C₂: 1000 kg/Ha/año.
- C₃: 2000 kg/Ha/año.

Factor D (Uso de Humatos).

- D₁: Sin humatos.
- D₂: 0.25 cm³/litro.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos obtenidos mediante la combinación de factores:

Número de tratamiento	Combinación de Factores	Formula Final
1	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	Hilera sencilla con formula vegetativa a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
2	A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	Hilera sencilla con formula vegetativa a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
3	A ₁ B ₁ C ₂ D ₁	Hilera sencilla con formula vegetativa a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
4	A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	Hilera sencilla con formula vegetativa a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
5	A ₁ B ₁ C ₃ D ₁	Hilera sencilla con formula vegetativa a 2000 kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
6	A ₁ B ₁ C ₃ D ₂	Hilera sencilla con formula vegetativa a 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
7	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁	Hilera sencilla con formula reproductiva a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
8	A ₁ B ₂ C ₁ D ₂	Hilera sencilla con formula reproductiva a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
9	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	Hilera sencilla con formula reproductiva a 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
10	A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	Hilera sencilla con formula reproductiva a 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos

11	A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	Hilera sencilla con formula reproductiva a 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
12	A ₂ B ₂ C ₃ D ₂	Hilera sencilla con formula reproductiva a 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
13	A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	Doble hilera con formula vegetativa a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
14	A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	Doble hilera con formula vegetativa a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
15	A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	Doble hilera con formula vegetativa a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
16	A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	Doble hilera con formula vegetativa a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
17	A ₂ B ₁ C ₃ D ₁	Doble hilera con formula vegetativa a 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
18	A ₂ B ₁ C ₃ D ₂	Doble hilera con formula vegetativa a 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
19	A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	Doble hilera con formula reproductiva a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
20	A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	Doble hilera con formula reproductiva a 500 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
21	A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	Doble hilera con formula reproductiva a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
22	A ₂ B ₂ C ₂ D ₂	Doble hilera con formula reproductiva a 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos
23	A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	Doble hilera con formula reproductiva a 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, sin humatos
24	A ₂ B ₂ C ₃ D ₂	Doble hilera con formula reproductiva a 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, con humatos

3.11. Variables evaluadas:

3.11.1. Número de frutos (NF)

Para esta variable, primero se cortaron 10 frutos al azar en cada uno de los tratamientos, posteriormente se realizaron más cortes de los cuales se contaron cuantos chiles se obtuvieron en cada cosecha.

3.11.2. Peso de fruto (PF)

En esta variable para el peso del fruto se seleccionaron 10 frutos al azar de diferentes tamaños en cada unidad experimental, para la selección de dichos

frutos, se tomó en cuenta el nivel de madurez que presentaba y evitar cortar frutos con falta de maduración. Para obtener este dato se ocupó una balanza analítica digital.

3.11.3. Diámetro polar (DP)

Para determinar esta variable se seleccionó nuevamente 10 frutos al azar en cada unidad experimental, se utilizó un Vernier para la toma de datos, se midió la longitud del fruto.

3.11.4. Diámetro ecuatorial (DE)

Para la toma de datos de esta variable se seleccionó nuevamente 10 frutos al azar en cada unidad experimental, se utilizó un Vernier, se midió la longitud del fruto de la parte media.

3.11.5. Diámetro de tallo (DT)

Para la obtención de los datos de esta variable se ocupó un Vernier, en esta variable se tomó la medida en la parte basal midiendo planta por planta en cada unidad experimental y se trabajó con un valor medio que fue el dato que se tomó para la evaluación.

3.11.6. Altura de la planta (AP)

En esta última variable, se seleccionaron nuevamente 10 plantas en cada unidad experimental, con la ayuda de una cinta métrica se midió el largo de la planta desde la parte basal hasta el ápice vegetativo (o yema terminal).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS, versión 9.0. Se reportarán y discutirán por separado los resultados obtenidos en el experimento para mayor facilidad y comprensión. En el siguiente cuadro se presenta las medias de cada variable analizadas y posteriormente se estarán analizando cada una de ellas.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de las variables y su significancia de acuerdo con los factores evaluados y sus interacciones.

FV	GL	NF	PF	DP	DE	DT	AP
REP	2	447.4713 ^{NS}	1.1029 ^{NS}	0.5023 ^{NS}	0.0005 ^{NS}	0.0436 ^{NS}	107.2506 ^{NS}
A	1	76.5703 ^{NS}	27.3800 ^{NS}	0.7860 ^{NS}	0.1533 ^{**}	0.0921 ^{NS}	312.1251 ^{**}
B	1	23.6328 ^{NS}	4.3022 ^{NS}	0.4928 ^{NS}	0.0034 ^{NS}	0.0694 ^{NS}	91.7786 ^{NS}
C	2	21.5651 ^{NS}	3.7929 ^{NS}	0.1823 ^{NS}	0.0072 ^{NS}	0.0332 ^{NS}	20.4284 ^{NS}
D	1	0.9453 ^{NS}	22.8938 ^{NS}	0.0143 ^{NS}	0.0553 ^{**}	0.0674 ^{NS}	8.9112 ^{NS}
A*B	1	12.7092 ^{NS}	7.7355 ^{NS}	1.1800 ^{**}	0.0000 ^{NS}	0.0221 ^{NS}	3.0053 ^{NS}
A*C	2	54.9453 ^{NS}	2.0929 ^{NS}	0.4600 ^{NS}	0.0333 ^{**}	0.0059 ^{NS}	66.7305 ^{NS}
A*D	1	2.4383 ^{NS}	4.6005 ^{NS}	0.3046 ^{NS}	0.0003 ^{NS}	0.0061 ^{NS}	4.8308 ^{NS}
B*C	2	90.0807 ^{NS}	0.1318 ^{NS}	0.0015 ^{NS}	0.0034 ^{NS}	0.0882 ^{NS}	29.1016 ^{NS}
B*D	1	9.2092 ^{NS}	2.8005 ^{NS}	0.1086 ^{NS}	0.0134 ^{NS}	0.0013 ^{NS}	0.7708 ^{NS}
C*D	2	11.5963 ^{NS}	4.4218 ^{NS}	0.4764 ^{NS}	0.0076 ^{NS}	0.0112 ^{NS}	3.0749 ^{NS}
A*B*C	2	158.5269 ^{NS}	5.6768 ^{NS}	0.1534 ^{NS}	0.0024 ^{NS}	0.0306 ^{NS}	94.0395 ^{NS}
A*B*D	1	56.4453 ^{NS}	7.8672 ^{NS}	0.1823 ^{NS}	0.0083 ^{NS}	0.0000 ^{NS}	36.7653 ^{NS}
A*C*D	2	20.1987 ^{NS}	2.2734 ^{NS}	0.0268 ^{NS}	0.0032 ^{NS}	0.0148 ^{NS}	41.3929 ^{NS}
B*C*D	2	9.2300 ^{NS}	15.7684 ^{NS}	0.3257 ^{NS}	0.0024 ^{NS}	0.0151 ^{NS}	35.4153 ^{NS}
A*B*C*D	9	51.7058 ^{NS}	8.0053 ^{NS}	0.1458 ^{NS}	0.0031 ^{NS}	0.0152 ^{NS}	45.6002 ^{NS}
ERROR	46	73.1914	7.1959	0.2822	0.0073	0.0330	43.0951
C.V (%)		23.2992	16.0790	5.9023	4.6129	15.6578	11.7320

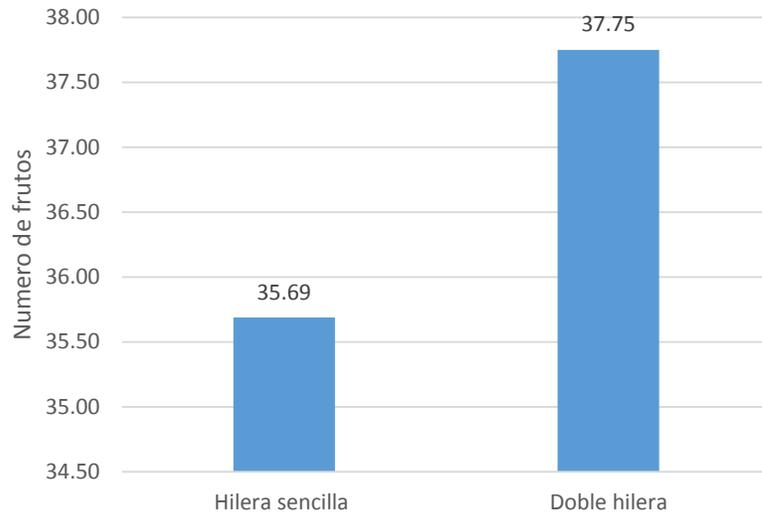
Fuente: Elaboración propia. FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, C.V: Coeficiente de Variación, NS: No Significativo, **: Altamente Significativo, *: Significativo, NF: Numero de Frutos, PF: Peso de Fruto, DP: Diámetro Polar, DE: Diámetro Ecuatorial, DT: Diámetro de Tallo, AP: Altura de la Planta.

4.1 Número de Frutos (NF).

Esta variable es importante porque, define de manera directa el rendimiento del cultivo, siempre y cuando al incrementar el número de frutos no afecte el tamaño estándar del fruto. Esta variable también está relacionada con la eficiencia de la polinización de las flores y la fecundación de los óvulos, ya que de lo contrario se pondría obtener frutos deformes, pequeños o incluso aborto de los mismos. La polinización está asociado con el trabajo que realizan los distintos agentes polinizadores, entre ellos destacan las abejas como las principales y más eficientes.

Al analizar los datos no se encontró diferencia estadística significativa para el factor A, que corresponden al sistema de plantación, lo que indica en principio, que es indistinto manejar un sistema de plantación de doble hilera o bien uno de hilera sencilla, ya que los posibles resultados a obtener serán similares. Sin embargo, el mejor resultado se obtuvo al manejar una plantación a doble hilera, al realizar una comparación porcentual del mejor resultado contra el que presentó el menor valor, se obtuvo un ligero incremento del 5.77%. Este resultado no coincide con Mejicano, *et al* (2013), quienes mencionan en su trabajo realizado en el cultivo de chile dulce, obtuvieron mejores resultados al manejar un sistema de plantación a hilera simple, donde se incrementó el número de frutos, esto en comparación con la de doble hilera donde obtuvieron un menor resultado, y concluyen, que en las densidades de siembra se vio afectado el número de frutos, debido a la competencia de nutrientes, agua y luz solar. De acuerdo al resultado obtenido para el cultivo de chile serrano, es recomendable manejar un sistema de plantación a doble hilera, debido a que se tiene un incremento en cuanto al número de frutos, por lo que en consecuencia se tendrá mayor rendimiento (ver Figura 4.1.1).

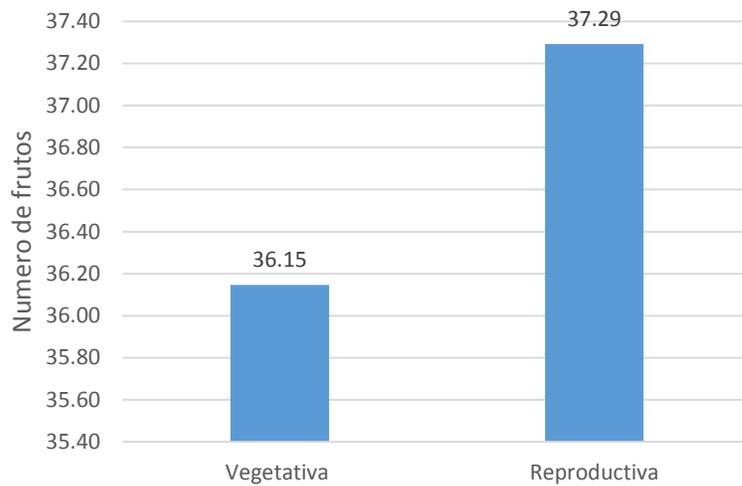
Figura 4.1.1 Respuesta del chile serrano al sistema de plantación manejado para la variable número de frutos.



Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B (tipo de solución nutritiva) se encontró que se tiene una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que es indistinto realizar una fertilización con influencia vegetativa o reproductiva, ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes, esto indica que para la variable número de frutos, no se ve influenciado por el tipo de formula a manejar. Sin embargo al realizar un análisis porcentual, se pudo observar que se tuvo una mejor respuesta, al utilizar una fertilización con influencia reproductiva reportando un valor de 37.29 frutos, superando en un 3.15% a la fertilización con influencia vegetativa, la que reporta una menor respuesta. Este resultado no coincide con Luna (2014), quien menciona en su trabajo de investigación que para el cultivo de berenjena obtuvo una mejor respuesta al manejar un fertilización con mayores dosis de nitrógeno, en general el aumento de la dosis de nitrógeno tuvo mejores resultados, ya que tuvo un incremento en cuanto a la variable número de frutos (ver Figura 4.1.2).

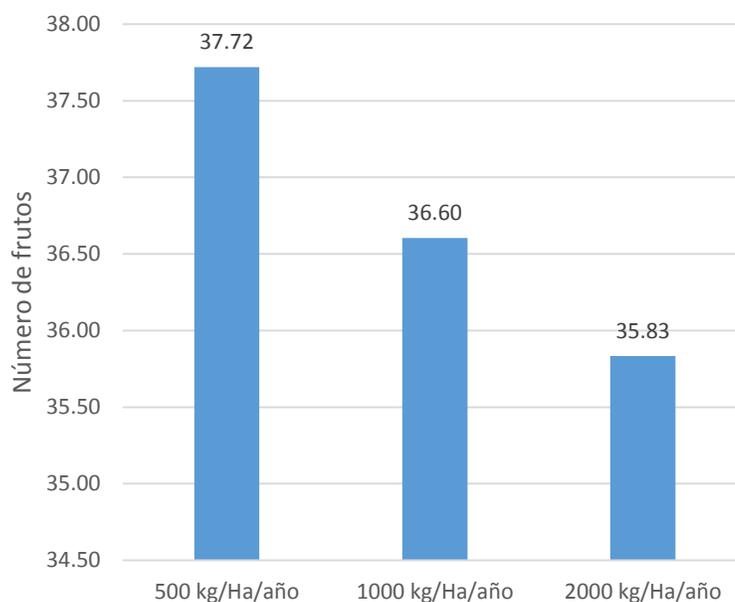
Figura 4.1.2 Respuesta del chile serrano al factor A (tipo de solución nutritiva) para la variable número de frutos.



Fuente: elaboración propia.

Para el factor C, correspondiente a las capacidades de extracción de fertilizantes, se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que es indistinto la influencia de la capacidad de extracción, para la variable número de frutos, ya que los resultados a obtener serán similares. La mejor respuesta se tuvo cuando se empleó una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año, al realizar un análisis porcentual se pudo observar que se tuvo un incremento de tan solo 5.27%, comparado con la fertilización con una capacidad de extracción de 2,000 kg de fertilizante/Ha/año, que fue la que reportó un menor rendimiento. Económicamente es más recomendable emplear la fertilización con una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año, que capacidades más altas, emplear una capacidad de extracción de fertilizante baja, evitará salinizar demasiado el suelo, ya que, esto afecta el desarrollo y el crecimiento de las plantas. Este resultado coincide con Sibaja, (2019), quien menciona tener una mayor respuesta, en lo que respecta a la variable número de frutos en el cultivo de calabacita, esto al manejar una dosis baja, al emplear una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, teniendo un incremento del 12.6 %, en comparación con los niveles más altos de capacidad de extracción de fertilizantes (ver Figura 4.1.3).

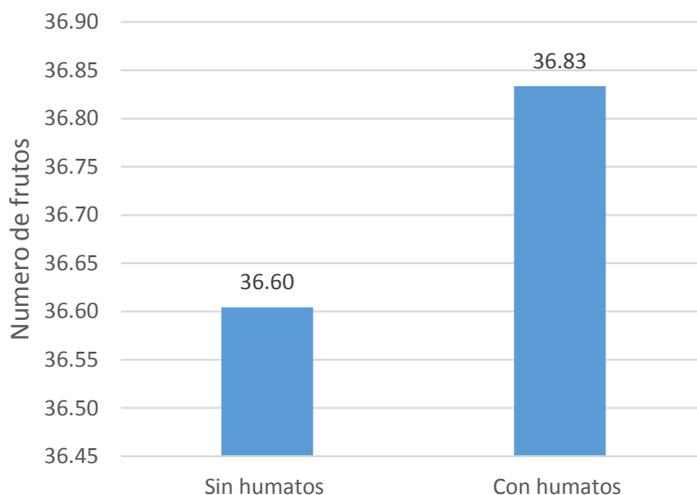
Figura 4.1.3 Respuesta del chile serrano a las capacidades de extracción de fertilizantes para la variable número de frutos.



Fuente: elaboración propia.

Para el factor D (sustancias húmicas), al realizar el análisis estadístico se encontró una respuesta estadística no significativa. Lo que en principio indica que para esta variable es indistinto realizar una fertilización con o sin adición de sustancias húmicas, ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes entre sí. Sin embargo, al realizar una comparativa porcentual, se puede observar que los tratamientos con la aplicación de sustancias húmicas tuvieron una mejor respuesta, teniendo un incremento de tan sólo 0.62%, comparado con los tratamientos donde no se aplicaron las sustancias húmicas, que fueron los que presentaron una menor respuesta, desde el punto de vista económico, para esta variable es conveniente estar aplicando sustancias húmicas, debido a que, los beneficios que estará aportando a las características del suelo influirán de manera positiva en el desarrollo y crecimiento del cultivo (ver Figura 4.1.4).

Figura 4.1.4 Respuesta del factor D uso de sustancias húmicas para la variable número de frutos.



Fuente: elaboración propia.

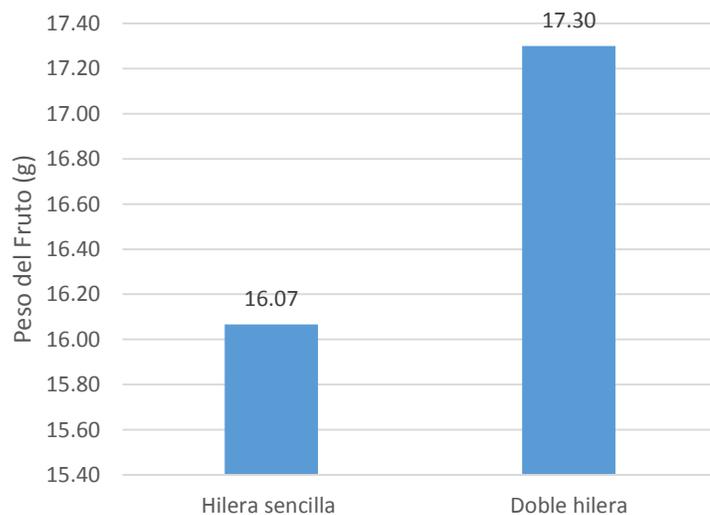
Para las demás interacciones que corresponden a esta variable, en las dobles así como las triples interacciones, se encontró que los resultados son estadísticamente no significativos, lo que en principio indica que el comportamiento entre factores es independiente.

4.2 Peso del fruto (PF).

Para el productor, es una de las variables de mayor importancia ya que, este influye sobre los kilogramos a producir, estando relacionado directamente con el rendimiento del cultivo. Esta variable también puede estar influyendo en la calidad del fruto cosechado ya que se busca producir frutos de mayor peso y tamaño, por lo que, consecuentemente puede estar beneficiando de manera positiva al momento de realizar la venta, porque se obtendrán mejores precios, entre mayor peso, mayor rendimiento, dando la posibilidad de vender en mercados de mayor exigencia obteniendo así mayores utilidades.

El análisis estadístico, para el factor A correspondiente al tipo de sistema de plantación, se obtuvo una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que para esta variable es lo mismo utilizar un sistema de plantación de doble hilera o bien una de hilera sencilla, ya que los posibles resultados a obtener serán similares. Sin embargo, se puede observar que el mejor resultado se obtuvo al manejar un sistema de plantación a doble hilera, siendo el que presentó la mayor respuesta, al realizar un análisis porcentual se puede observar que se tiene un incremento de tan solo 7.65% comparado contra la del sistema de plantación de hilera sencilla la que presento un menor resultado. Esta información coincide con lo reportado por Grijalva, *et al* (2005), quienes mencionan que obtuvieron un mayor rendimiento en el cultivo de tomate bola al manejar una alta densidad de plantación, colocando una planta cada 33 cm a doble hilera y a tresbolillo. Probablemente para esta variable se le atribuye más un buen manejo de la nutrición, así como la capacidad de extracción de fertilizantes adicionada a la planta, que a un manejo del sistema de plantación empleado. Desde el punto de vista económico es recomendable manejar un sistema de plantación a doble hilera, esto debido al incremento en cuanto al rendimiento al manejar una alta densidad de población (ver Figura 4.2.1).

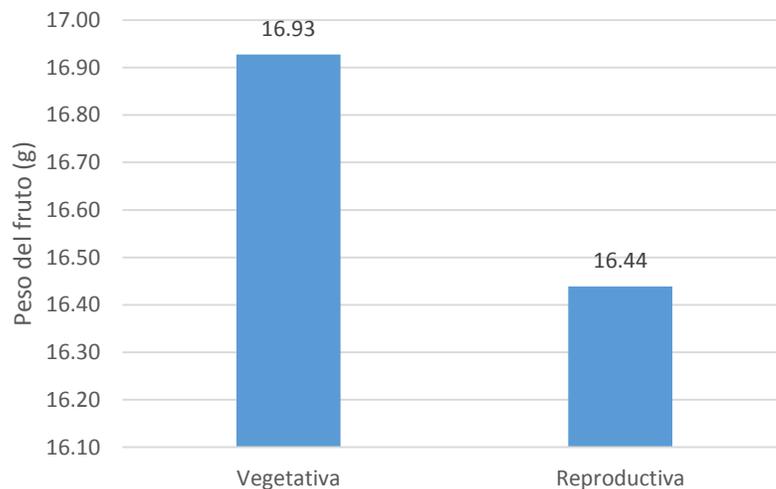
Figura 4.2.1 Influencia del sistema de plantación manejado sobre la variable peso del fruto (g).



Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B correspondiente el tipo de influencia de fertilización, el análisis estadístico reporta una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que para esta variable es indistinto manejar una fórmula de fertilización con influencia vegetativa o la utilización de una fórmula de fertilización con influencia reproductiva, ya que los posibles resultados a obtener serán similares. Sin embargo al realizar un análisis porcentual se pudo observar que la mejor respuesta se tiene el emplear una fertilización con influencia vegetativa, teniendo un valor de 16.93 g, lo que representó un incremento del 2.98% comparado contra la fertilización con influencia reproductiva la cual presentó una menor respuesta. Este resultado coincide con García (2015), quien menciona en su trabajo de investigación, tener mejor resultado para la variable peso promedio del fruto, esto al manejar una fertilización con influencia vegetativa usando una relación N/K 2/1 (ver Figura 4.2.2).

Figura 4.2.2 Influencia del factor B (tipo de formula) para la variable peso de fruto (g).

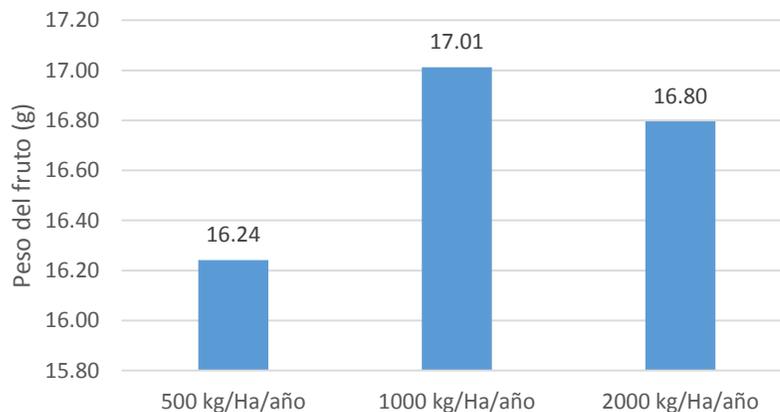


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor C (capacidades de extracción de fertilizante), para esta variable se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que es indistinto emplear una fertilización con capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, o una de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y a una de 2,000 Kg

de fertilizante/Ha/año ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes. Sin embargo, se observa que la mejor respuesta se obtuvo al realizar una fertilización con capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, teniendo un valor de 17.01 g, lo que representó un incremento del 4.74% comparado con la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año el cual presentó una menor respuesta. Para esta variable, en cuestión de capacidad de extracción de fertilizantes, desde el punto de vista económico resulta mejor realizar una fertilización con una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, ya que se obtuvieron buenos resultados a diferencia de la capacidad de extracción de 500 y 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, reduciendo así los gastos. Resultados similares fueron reportados por Pérez (2015), en el cultivo de chile habanero quien menciona que al usar una capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, se tiene mejor resultado en cuanto al peso del fruto, sucediendo lo contrario al aumentar la dosis de fertilizante, a mayor cantidad de fertilizante se tiene menor peso de fruto. Probablemente este comportamiento se deba a que al manejar grandes cantidades de fertilizante, se tiene la probabilidad de salinizar el suelo, provocando con esto que la planta no pueda absorber los nutrientes que requiere, sucediendo lo contrario al manejar niveles bajos de aplicación de fertilizantes, que al no salinizar el suelo, se favorece la absorción de los nutrientes por las plantas (ver Figura 4.2.3).

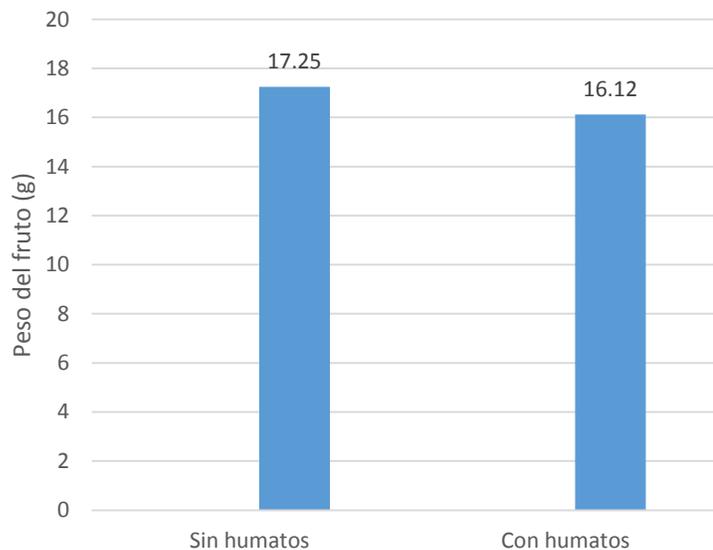
Figura 4.2.3 Influencia de las capacidades de extracción de fertilizante sobre la variable peso del fruto (g).



Fuente: Elaboración propia.

Para el factor D (sustancias húmicas), el análisis estadístico reporta una respuesta no significativa, lo que en principio indica que para esta variable es indiferente realizar una fertilización con influencia de sustancias húmicas o sin la adición de estas, ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes. Sin embargo, se puede observar que los tratamientos sin la aplicación de sustancias húmicas, reportaron una mejor respuesta, en comparación de los tratamientos con la aplicación de sustancias húmicas donde el resultado fue menor, sin la aplicación de sustancias húmicas se reporta un valor de 17.25 g, al realizar un análisis porcentual, este resultado representó un incremento del 7%, en comparación con respecto a la fertilización con influencias de sustancias húmicas, el cual presentó una menor respuesta (ver Figura 4.2.4).

Figura 4.2.4 Influencia del uso de sustancias húmicas para la variable peso del fruto (g).



Fuente: Elaboración propia.

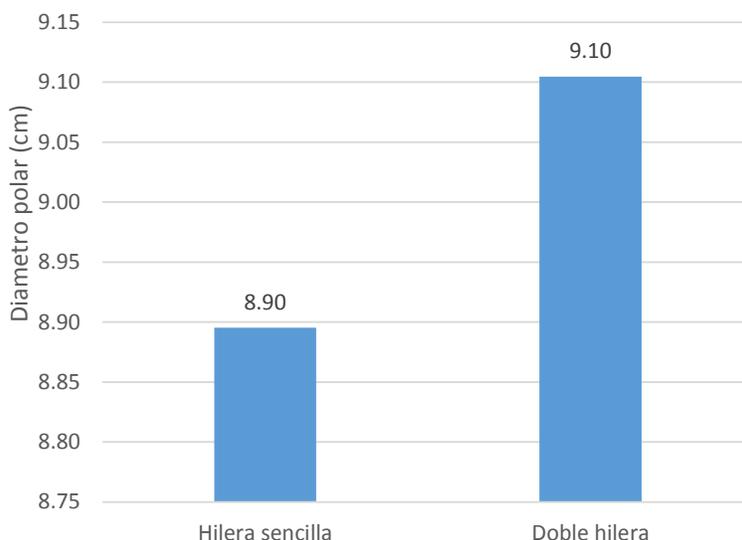
Con respecto a las demás interacciones que corresponden a esta variable, las dobles así como las triples interacciones se encontraron que los resultados son estadísticamente no significativos lo que en principio indica que el comportamiento entre factores es independiente.

4.3 Diámetro Polar (DP).

Esta variable es de gran importancia, ya que está relacionada directamente con la calidad, un buen diámetro polar significa tener una buena longitud del fruto, tener una buena uniformidad sobre este aspecto llega a tener importancia para su comercialización en el mercado, ya que esto llega a ser atractivo para el consumidor, por lo que en el caso de esta especie es más demandante y como consecuencia tiende a tener un valor comercial más alto.

Al realizar el análisis de los datos, se encontró una respuesta estadística no significativa para el factor A (Sistema de plantación), lo que indica que es indistinto manejar un sistema de plantación de hilera sencilla a un sistema de plantación de doble hilera, ya que los posibles resultados tienden a ser semejantes. El mejor resultado se tiene al manejar un sistema de plantación a doble hilera, al hacer una comparativa mediante un análisis porcentual, se observó un incremento del 2.24% en comparación con el valor obtenido al manejar un sistema de plantación de hilera sencilla la cual presentó menor respuesta, esto posiblemente fue debido a un mayor aprovechamiento de los nutrientes, y económicamente resultará con más beneficio. Este resultado obtenido es similar a lo reportado por Rangel (2016), quien indica haber obtenido un mayor diámetro polar del fruto en el cultivo de chile habanero, esto al manejar una alta densidad de población (53,333 plantas/Ha). Este comportamiento, pudo haber sido por el mejor aprovechamiento de agua así como de los fertilizantes adicionados al suelo, ya que al emplear un sistema de plantación a doble hilera se tendrá plantas en cada costado de la cintilla de riego, por lo que al momento de estar realizando dicha actividad, el cultivo aprovechara más la distribución del agua así como del fertilizante (ver Figura 4.3.1).

Figura 4.3.1 Respuesta del chile serrano al factor A (Densidad de plantación) para la variable diámetro polar (cm).

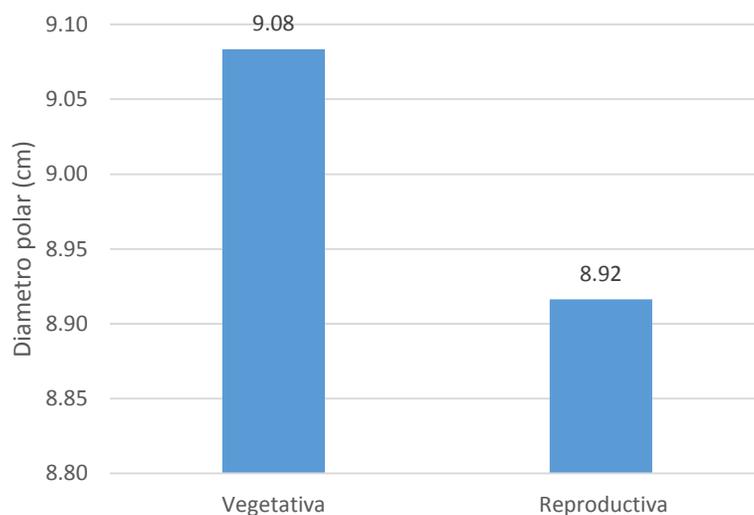


Fuente: Elaboración propia.

En el factor B correspondiente a los tipos de fórmulas, no se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica que para la variable diámetro polar resulta lo mismo el realizar una fertilización con una formulación vegetativa o una fertilización con una fórmula reproductiva, ya que los resultados serán parecidos. Sin embargo al realizar una comparativa porcentual se observa que el mejor resultado se presenta al manejar una fertilización con influencia vegetativa, teniendo un valor de 9.08 cm, lo que representó un incremento de 1.79% en comparación con el resultado obtenido al fertilizar con una fórmula con influencia reproductiva, que fueron los que presentan una menor respuesta para esta variable. Este resultado coincide con lo reportado por Guerrero (2018), quien indica no tener respuesta significativa al manejar una fórmula vegetativa o reproductiva en el cultivo de calabacita, sin embargo tuvo mejor respuesta en cuanto al diámetro polar al manejar una solución nutritiva con influencia vegetativa. Esta respuesta obtenida probablemente pudo ser a causa de los altos contenidos de cationes que se tiene en el suelo donde se realizó la plantación del cultivo, al usar una fertilización con fórmula vegetativa se suministra en mayor

cantidad los macro elementos, por lo que existirá menos competencia para la obtención de los nutrientes requeridos por la planta (ver Figura 4.3.2).

Figura 4.3.2 Respuesta del chile serrano para el factor B (tipo de solución nutritiva) sobre la variable diámetro polar.

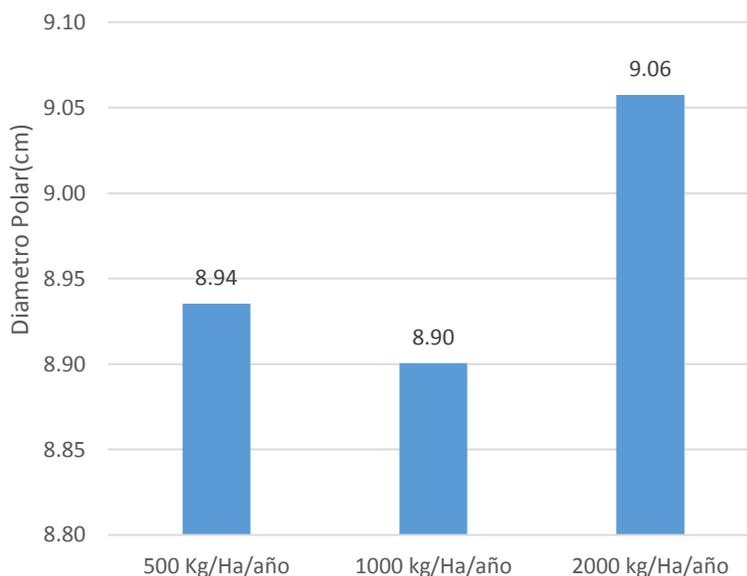


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor C (capacidad de extracción de fertilizante), se tiene una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que realizar una fertilización con capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y una de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año se tendrá resultados muy similares entre sí. El tratamiento que presento mejor respuesta fue cuando se empleó una fertilización con una capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año teniendo un valor promedio de 9.06 cm, mientras que el tratamiento usado con una capacidad de extracción empleada de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, presentó una menor respuesta con un valor de 8.90 cm. El mejor tratamiento manejado superó en tan solo 1.79% al tratamiento con más baja respuesta. Considerando el valor económico puede ser viable manejar una fertilización con la capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año ya que solo superado en tan solo 1.34% por la fertilización con capacidad de extracción que presento mejor respuesta, empelar menos cantidad de fertilizante resultara más económico. Los resultados obtenidos para esta variable,

posiblemente se deba a que el chile serrano, requiera una mayor cantidad de nutrientes y en consecuencia una mayor capacidad de extracción de fertilizante, para obtener un mayor diámetro polar del fruto, ya que el productor busca frutos de mayor diámetro polar, lo que en consecuencia reflejara un incremento en la producción, además de que se obtendrá mejores utilidades debido a que es una de las características que busca el consumidor. El resultado obtenido no coincide con lo reportado por Sibaja (2019), quien menciona en su trabajo de investigación realizado en el cultivo de calabacita, que a menor dosis de fertilización, el diámetro polar del fruto se ve favorecido, esto, al manejar una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, tuvo un aumento del 1.33 %, ocurriendo lo contrario cuando utilizó altas capacidades de extracción de fertilización, el diámetro de fruto se reduce (ver Figura 4.3.3).

Figura 4.3.3 Influencia de las capacidades de extracción de fertilizante sobre la variable diámetro polar (cm).

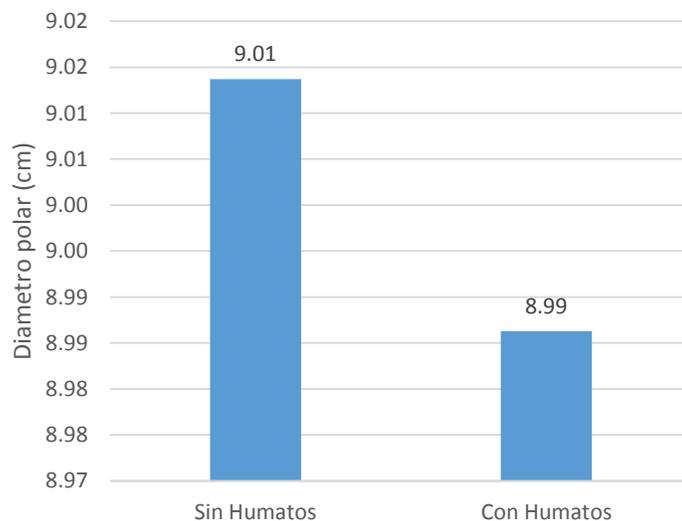


Fuente: elaboración propia.

Con respecto al factor D (sustancias húmicas), al análisis de varianza reporta una respuesta estadística no significativa, indicando que para esta variable, no influye el uso de sustancias húmicas, ya que en los tratamientos con la adición de sustancias húmicas a 0.25 cc/l se tendrá resultados similares a los tratamientos

donde no se aplicó sustancias húmicas. Sin embargo, al realizar un análisis porcentual, se pudo observar que la mejor respuesta se tuvo en los tratamientos donde no se empleó sustancias húmicas en la fertilización, superando por un mínimo de diferencia de tan solo 0.22% de incremento en comparación con los tratamientos donde se manejó una fertilización con adición de sustancias húmicas quien reporto un menor valor, sin embargo el emplear sustancias húmicas en el suelo, aportara beneficios a corto o largo plazo en el suelo, tales como el aumento de la capacidad de intercambio catiónico y el incremento de la actividad microbiana, etc. Esto no coincide con Pérez (2015), quien menciona en su trabajo de investigación tuvo mejor resultado en cuanto al diámetro polar en el cultivo de melón, esto al realizar una fertilización de NPK + Humatos de potasio comercial, teniendo un valor de 16.34 cm, sin embargo, el manejar sustancias húmicas en la nutrición, aportara beneficios favorables en el suelo, ya que estos mejoraran las propiedades físicas y químicas del mismo, estos beneficios se verán reflejados en una mejor desarrollo y crecimiento de la planta (ver Figura 4.3.4).

Figura 4.3.4 Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas para la variable diámetro polar (cm).

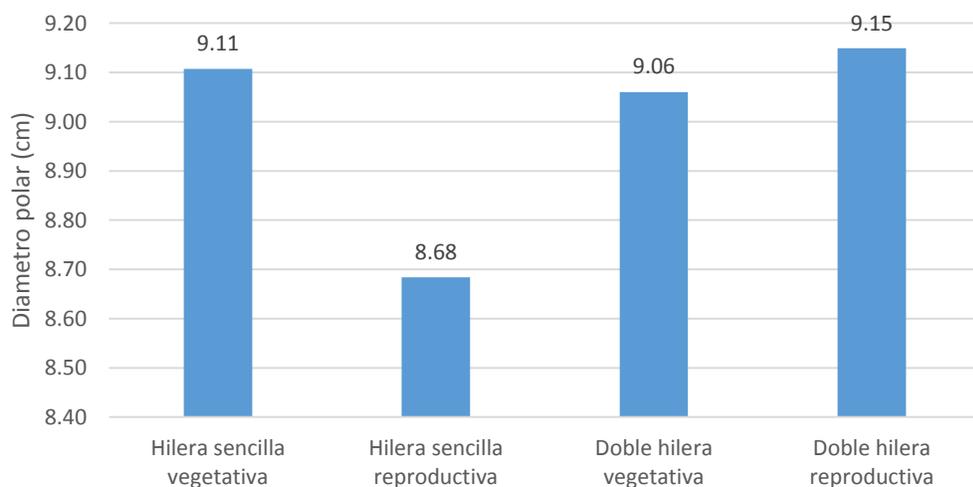


Fuente: Elaboración propia.

Para la interacción del Factor A (sistema de plantación), con el Factor B (tipo de solución nutritiva), se reporta una respuesta altamente significativa, lo que indica

que se tiene una influencia dependiente entre factores, demostrando que el mejor resultado obtenido en este trabajo, en lo que respecta al diámetro polar, se presentó al usar un sistema de plantación de doble hilera con una fórmula de fertilización reproductiva, al obtener un valor de 9.15 cm, lo que representa un incremento del 5.42%, en comparación con la que presentó una menor respuesta, siendo la del sistema de plantación manejado a hilera sencilla con una fórmula reproductiva, que reporta un valor de 8.68 cm de diámetro polar. Al manejar un sistema de plantación de doble hilera más una fórmula de fertilización reproductiva resulta un mayor costo de producción para el productor, por lo que desde el punto de vista económico resulta más factible utilizar un sistema de plantación a hilera sencilla con fórmula vegetativa, ya que solo es superada en tan solo 0.44% por el tratamiento que reporta la mayor respuesta. Este resultado obtenido no coincide con Guerrero (2018), quien indica tener mayor diámetro polar del fruto, en el cultivo de calabacita, esto al manejar una menor densidad de población, y al emplear cualquiera de las fórmulas de fertilización (vegetativa y reproductiva), ya que, reporta haber tenido los mismos resultados (ver Figura 4.3.5).

Figura 4.3.5 Respuesta del chile serrano a la interacción del factor A (Sistema de plantación), con el factor B (tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro polar (cm).



Fuente: Elaboración propia.

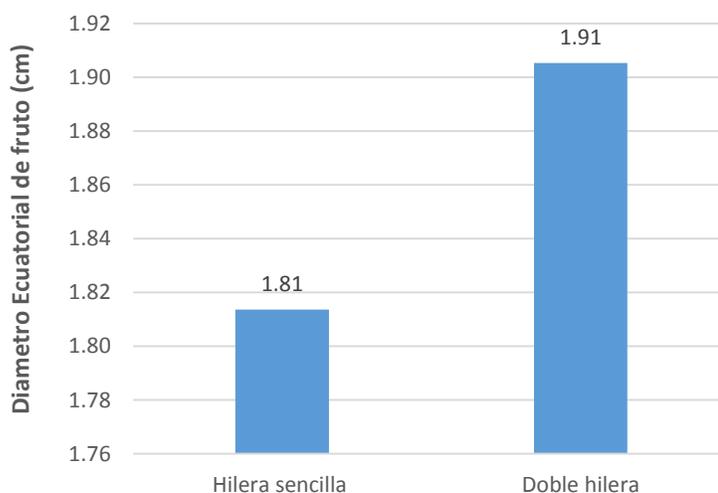
Para las demás interacciones que corresponden a esta variable, se encontraron que los resultados son estadísticamente no significativos lo que en principio indica que estas interacciones son independientes.

4.4 Diámetro Ecuatorial (DE).

Esta variable es de importancia ya que junto con el diámetro polar están directamente relacionado con la calidad del producto, estos parámetros conforman las principales características con el cual se puede definir para el tipo de mercado al que será destinado. El productor busca tener un mayor tamaño en cuanto al diámetro ecuatorial, ya que para algunos consumidores esto se le hace más llamativo.

Al realizar el análisis estadístico para el factor A (sistema de plantación), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que en principio indica, que se tiene una respuesta dependiente del sistema de plantación a manejar, se puede observar una mejor respuesta cuando se maneja una mayor densidad de plantación por hectárea, por lo que, al manejar un sistema de plantación a doble hilera para la distribución de la planta se presenta mayor respuesta. El sistema de plantación a doble hilera, quien presento una mejor respuesta, reportó un valor de 1.91 cm, este valor obtenido supero en tan solo 0.10 cm, en comparación a los tratamientos manejados a hilera sencilla quien reporto menor respuesta, al realizar una comparativa porcentual, el sistema de plantación a doble hilera supera en un 5.52%, al sistema de plantación de hilera sencilla. Este resultado posiblemente se pueda deber a que, se tiene un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes, por lo que, al tener mayor cantidad de plantas puede llegar a ser más eficiente las absorción de los nutrientes por la competencia que hay entre plantas, en lo cual se refleja en un mayor diámetro ecuatorial. El resultado para esta variable obtenido no coincide con lo reportado por Rangel (2016), quien indica tener un mayor diámetro ecuatorial en el cultivo de chile habanero al manejar una baja densidad de plantación (28,571 plantas/Ha), en comparación con el manejo de una alta densidad de plantación (53,333 plantas/Ha), quien reporto una menor respuesta (ver Figura 4.4.1).

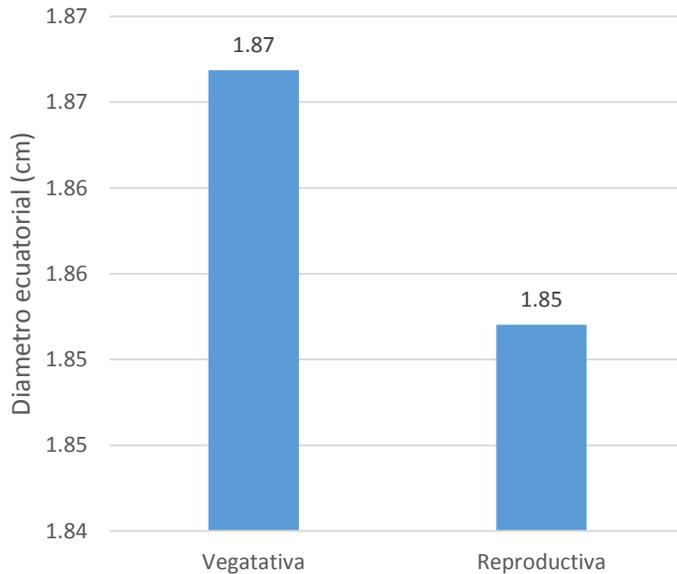
Figura 4.4.1 Respuesta del chile serrano al factor A (sistema de plantación), para la variable diámetro ecuatorial (cm).



Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B (tipos de fórmulas), al realizar el análisis se encontró una respuesta estadística no significativa, esto indica que en principio es indistinto emplear una fertilización con una fórmula vegetativa o una fertilización con fórmula reproductiva ya que los posibles resultados a obtener serán iguales. Para el diámetro ecuatorial del fruto, no se ve influenciado por el tipo de solución a manejar. Sin embargo el mejor respuesta se tiene al manejar una fertilización con fórmula vegetativa, teniendo un valor de 1.87 cm, al realizar una comparativa porcentual esto represento una diferencia de tan solo 1.08%, en comparación con la fertilización donde se empleó una solución nutritiva con influencia reproductiva, que tuvo una menor respuesta para esta variable. Este resultado obtenido no coincide con Jiménez, (2019), quien indica, en su trabajo de investigación que tuvo mejores resultados en cuanto al diámetro ecuatorial, esto al manejar una fertilización con influencia reproductiva (ver Figura 4.4.2).

Figura 4.4.2 Respuesta del chile serrano al factor B (tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro ecuatorial (cm).

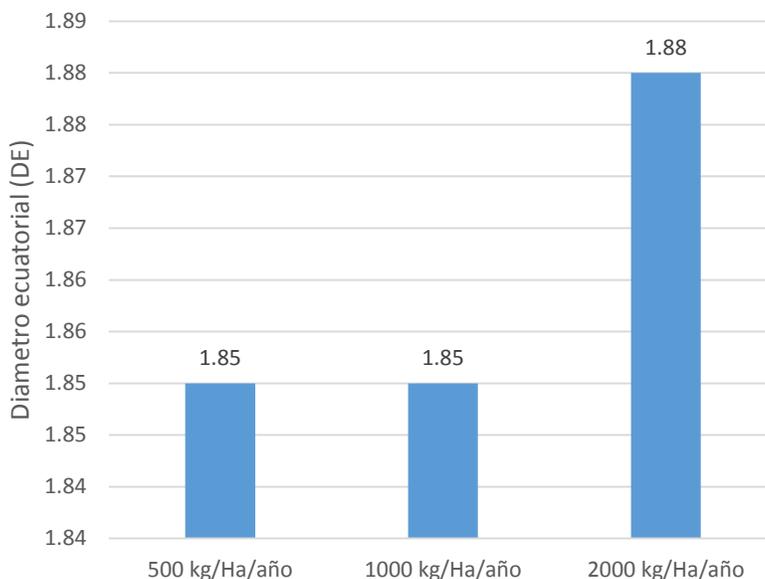


Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al factor C (capacidades de extracción de fertilizante), el análisis estadístico reporta una respuesta estadística no significativa, lo que en principio indica que es indistinto realizar una fertilización con una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, una de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, o bien 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, ya que los posibles resultados a obtener serán iguales entre sí. Sin embargo, el mejor resultado se obtuvo al emplear una capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, reportando un valor de 1.88 cm, sobre el diámetro ecuatorial del fruto, esto al realizar una comparativa porcentual, el resultado obtenido representó un incremento de 1.62%, comparado con las otras dos capacidades de extracción de fertilizante, ya que estos presentaron el mismo valor de 1.85 cm para esta variable. Desde el punto de vista económico, para el productor es más factible realizar una fertilización a una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año, esto ya que reporta tener el mismo resultado cuando se maneja una fertilización con capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, estos valores solo son superados en tan solo 1.62% por la fertilización con mejor respuesta la cual fue al manejar una mayor capacidad de extracción de fertilizante. Este resultado obtenido no

coincide con Pérez (2015), quien reporta que para el cultivo de chile habanero, a medida que se incrementa la capacidad de extracción de fertilizante se ve una reducción en cuanto al diámetro ecuatorial del fruto, ocurriendo lo contrario al manejar una dosis más baja (ver Figura 4.4.3).

Figura 4.4.3 Influencia de las capacidades de extracción de fertilizantes sobre la variable diámetro ecuatorial (cm).

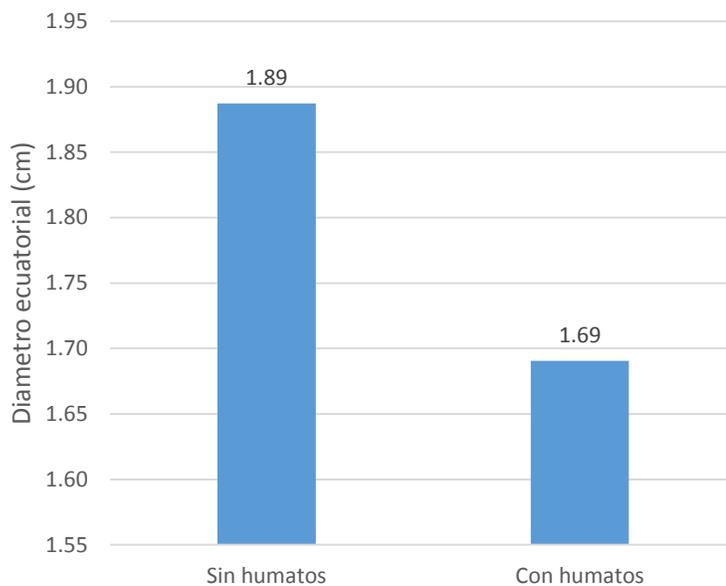


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor D (sustancias húmicas), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, esto en un inicio indica que se tiene una respuesta dependiente entre los factores. Sin embargo, al realizar un análisis porcentual se observa que el mejor resultado se obtuvo con los tratamientos donde se empleó una fertilización sin la adición de sustancias húmicas, este resultado supero en 11.83%, en comparación con los tratamientos donde se adiciono la aplicación de sustancias húmicas. El tratamiento 21 donde se manejó una fertilización con una fórmula con influencia reproductiva a una capacidad de extracción 1000 Kg de fertilizante/ha/año sin adición de las sustancias húmicas, fue la que obtuvo mejor resultado para el diámetro ecuatorial del fruto, reportando un valor de 1.98 cm, superando en 1.53 %, esto en comparación con el tratamiento 16, donde se adiciono sustancias húmicas, manejando una fertilización con una fórmula

vegetativa con una capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, con un valor de 1.95 cm. En base a los resultado obtenidos, se puede decir que, el uso de sustancias húmicas no influye de manera directa para variable, más sin embargo el adicionar sustancias húmicas al suelo, traerán consigo benéficos por lo que, influirá de manera positiva ya que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, el cual se estará reflejado en un buen desarrollo y crecimiento de la planta. Este resultado obtenido no coincide con lo reportado por Pérez (2015), quien indica en su trabajo de investigación tener mayor diámetro ecuatorial al realizar una fertilización de NPK + Humatos de potasio comercial, teniendo un valor de 14.9 cm, en el cultivo de melón (ver Figura 4.4.4).

Figura 4.4.4 Respuesta del chile serrano al uso sustancias húmicas, para la variable diámetro ecuatorial (cm).

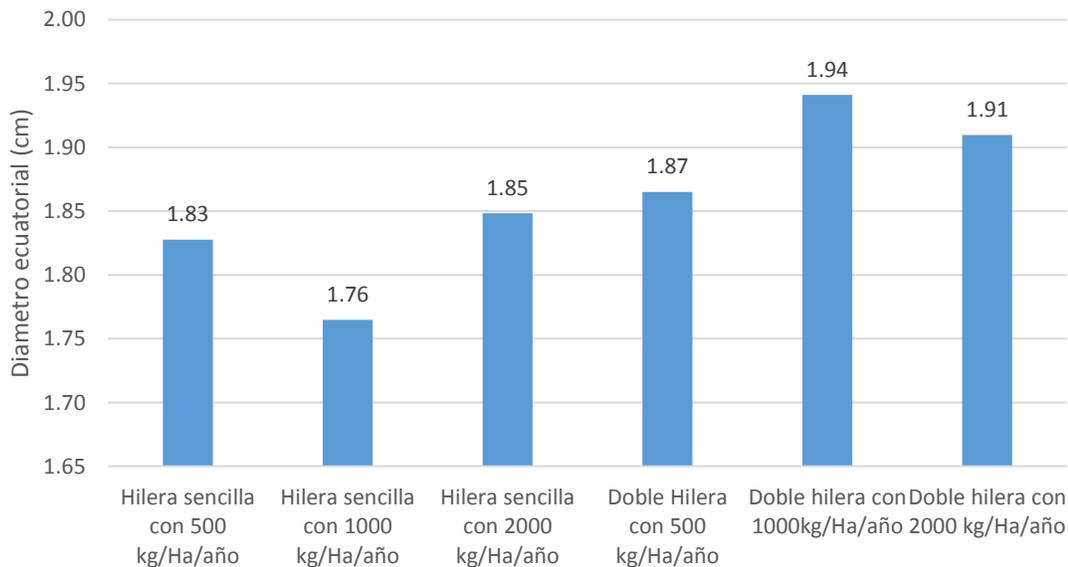


Fuente: Elaboración propia.

Para la interacción de los factores A (sistema de plantación), contra el factor C (capacidades de extracción de fertilizante), el análisis estadístico reporta una respuesta altamente significativa, indicando que son factores dependientes entre ellos. Conforme a los resultados obtenidos para esta variable, al realizar una comparativa porcentual, se observa que el mejor resultado se presentó al manejar un sistema de plantación a doble hilera con una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, reportando un valor de 1.94 cm, el cual supera

en un 10.22% al sistema de plantación de hilera sencilla con capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, con un valor de 1.76 cm, que fue el que presentó un menor valor. Probablemente para este comportamiento, puede haber sido, debido a que al manejar una alta densidad de plantación, junto con una adecuada capacidad de extracción de fertilizante, se tenga más competencia en los recursos usados por las plantas, tales como agua, luz y fertilizante, por lo que puede presentar una mejor asimilación de los nutrientes, lo que en consecuencia se verá reflejado en un mayor diámetro ecuatorial. Resultados similares fueron reportados por Guerrero (2018), quien indica haber tenido un mayor diámetro ecuatorial en el cultivo de calabacita, esto al manejar una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, pero manejando una densidad de población baja (ver Figura 4.4.5).

Figura 4.4.5 Respuesta del chile serrano a la interacción del factor A (sistema de plantación), con el factor C (capacidad de extracción de fertilizantes), sobre la variable diámetro ecuatorial (cm).



Fuente: Elaboración propia.

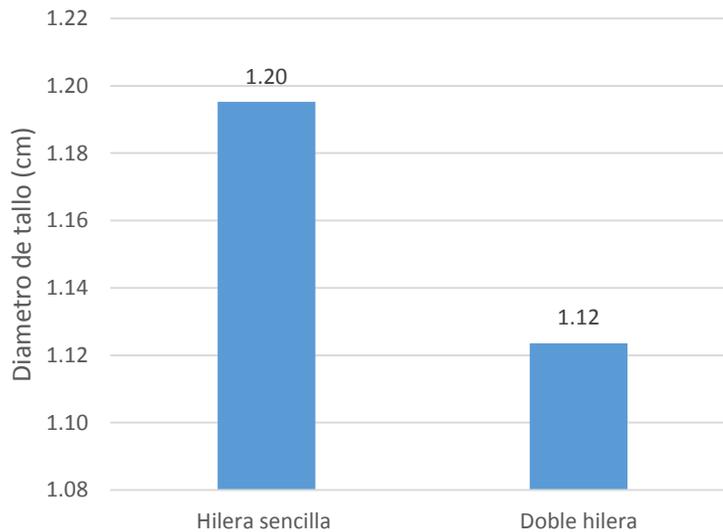
Para las demás interacciones que corresponden a esta variable, se encontraron que los resultados son estadísticamente no significativos lo que en principio indica que estas interacciones son independientes.

4.5 Diámetro de tallo (DT).

Esta variable es una de las más importantes, ya que tiene funciones principales de vital importancia, siendo el principal transportador de agua y nutrientes que se encuentran en el suelo, utilizados para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Una función principal del tallo es el de dar soporte a la parte aérea de la planta, al tener mayor diámetro de tallo ayudara a la planta a resistir mejor los diferentes factores ambientales que se presentan, tales pueden ser como vientos fuertes, o incluso evitar quebrarse por el mismo peso del fruto.

Al realizar un análisis estadístico para el factor A (sistema de plantación), se encontró una respuesta estadística no significativa. Esto en principio indica que resulta indistinto para esta variable el sistema de plantación a manejar, ya que emplear un sistema de plantación a hilera sencilla o un sistema de plantación a doble hilera, los posibles resultados a obtener, serán semejantes entre sí. Sin embargo, al realizar una comparativa porcentual se pudo observar que el mejor resultado se obtuvo en los tratamientos donde se manejó un sistema de plantación a hilera sencilla, reportando un valor de 1.20 cm, lo que representó un incremento de 7.14%, en comparación con la respuesta obtenida en los tratamientos donde se manejó un sistema de plantación a doble hilera, los cuales reportaron una menor respuesta, de acuerdo a los resultados obtenidos, para esta variable, al manejar un sistema de plantación a hilera sencilla, permitirá tener un incremento en cuanto al diámetro de tallo, en comparación con el sistema de plantación a doble hilera, esta respuesta posiblemente se haya presentado, debido que al manejar altas densidades de siembra se tiene más competencia por luz, lo que probablemente haya afectado a la planta viéndose reflejado en una reducción en el diámetro del tallo, ocurriendo todo lo contrario al manejar un sistema de plantación a hilera sencilla. Esto coincide con Chura, *et al* (2019), quien menciona que al manejar una menor densidad de población, se obtiene un mayor diámetro de tallo (ver Figura 4.5.1).

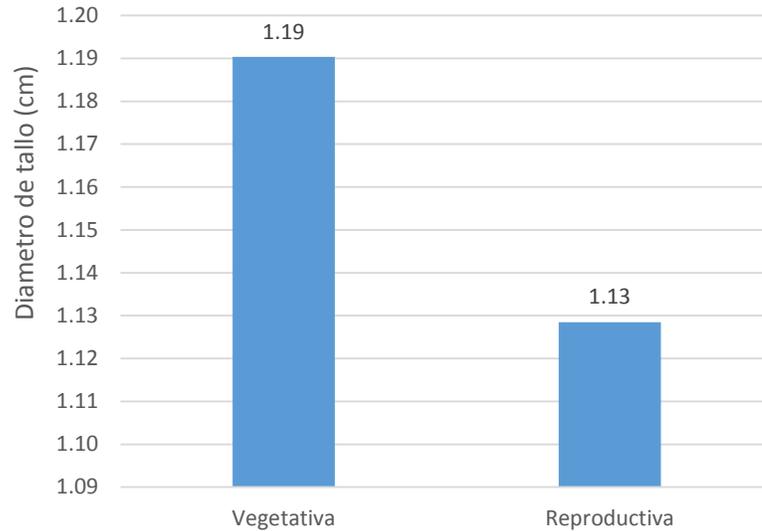
Figura 4.5.1 Respuesta del chile serrano sobre el factor A (sistema de plantación), para la variable diámetro de tallo (cm).



Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B (tipo de fórmulas), al realizar el análisis estadístico se encontró que se tiene una respuesta no significativa. Lo que en principio indica que para esta variable, es indistinto realizar una fertilización con una influencia vegetativa o una fertilización con influencia reproductiva, ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes entre sí. Sin embargo, al realizar un comparativa porcentual, se puede observar que el mejor resultado se presentó en los tratamientos donde se manejó una fertilización con influencia vegetativa, reportando un valor de 1.19 cm correspondientes al diámetro del tallo, este valor obtenido, representó un incremento del 5.30%, en comparación con el resultado reportado cuando se realiza una fertilización con influencia reproductiva, el cual presentó una menor respuesta. Este resultado obtenido concuerda con lo mencionado por INTA (2001), esta institución, afirma que el nitrógeno es uno de los factores que influyen en la variable diámetro de tallo, el emplear altas dosis de nitrógeno influirá positivamente, por lo que, se obtendrán un buen diámetro de tallo, este resultado en consecuencia estará beneficiando en buena manera al crecimiento y desarrollo del cultivo (ver Figura 4.5.2).

Figura 4.5.2 Respuesta del chile serrano sobre el factor B (tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro de tallo (cm).

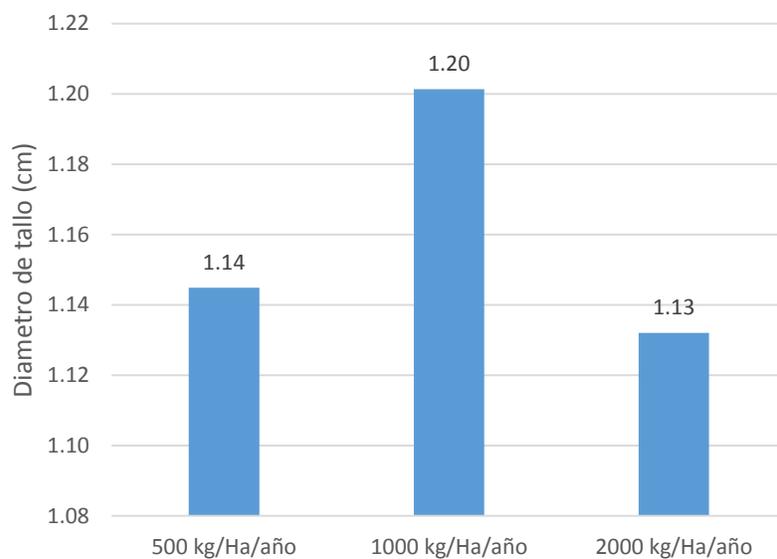


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor C (capacidades de extracción de fertilizante), se obtuvo una respuesta estadística no significativa. Esto en un principio indica, que para esta variable es indiferente la influencia de las diferentes capacidades de extracción a manejar, ya que, emplear una fertilización con una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, a una de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y una de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, los posibles resultados a obtener serán semejantes. La mejor respuesta se presentó al manejar una fertilización de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, específicamente el tratamiento 4, donde se empleó un sistema de plantación de hilera sencilla con formula vegetativa con la capacidad de extracción ya mencionada, sin adición sustancias húmicas, fue la que presento el mejor resultado, reportando un valor de 1.36 cm, esto representó un incremento del 40.2%, en comparación con el tratamiento 17 donde se manejó un sistema de plantación a doble hilera con formula vegetativa de 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, que reportó una menor respuesta. Este resultado posiblemente se haya presentado, debido a que, al manejar altas capacidades de extracción de fertilizante, se puede estar propiciando a un proceso de salinización en el suelo, lo que provocaría que las plantas no puedan absorber

nutrientes y al manejar una capacidad de extracción de fertilizante baja, es probable que no se estén proporcionado los nutrientes necesarios, que son requeridos para un buen desarrollo y crecimiento de la planta, por lo que se puede presentar una deficiencia de nutrientes, en cambio al manejar una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, posiblemente se haya incorporado al suelo los nutrientes necesarios para el desarrollo de este cultivo, en lo que respecta a esta variable, es más recomendable manejar plantas con un buen diámetro de tallo, esto debido a la mayor resistencia que presenta frente a los diferentes factores ambientales, en comparación con los tallos con menor diámetro, estos pueden llegar a presentar menor resistencia. (Ver Figura 4.5.3).

Figura 4.5.3 Influencia de la capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable diámetro de tallo (cm).

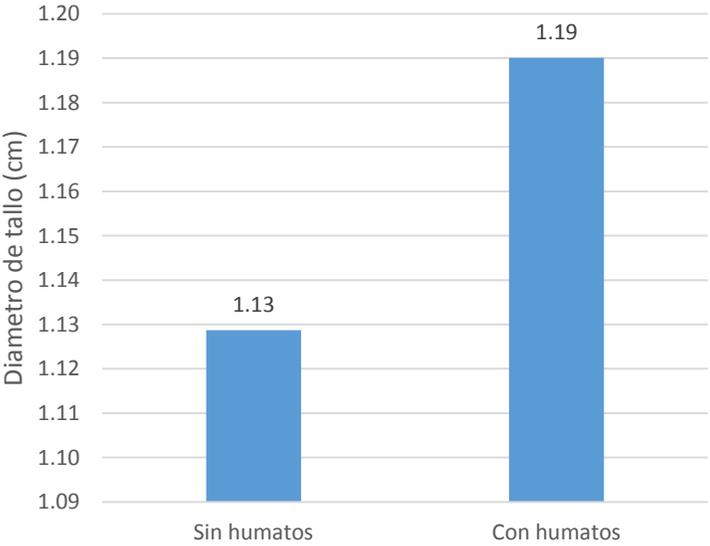


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor D (sustancias húmicas), al realizar el análisis estadístico se encontró una respuesta estadística no significativa. Lo que en principio indica, que para esta variable es indistinto el adicionar o no las sustancias húmicas, ya que los posibles resultados a obtener serán semejantes. Sin embargo, el mejor resultado se presentó en los tratamientos donde se empleó una dosis de 0.25 cc/L de sustancias húmicas, reportando un valor de 1.19 cm, lo que representó un incremento favorable de 5.30%, en comparación con el resultado obtenido con

los tratamientos donde no se adicione sustancias húmicas en la fertilización. Desde el punto de vista económico, resulta conveniente emplear en la fertilización sustancias húmicas, ya que los costos son mínimos y aportará beneficios al mejorar en gran manera las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que propiciará una mejor absorción de los nutrientes requeridos por la planta, estos se beneficios se verán reflejados en un mayor diámetro de tallos en la planta, lo cual resultara de manera positiva, esto debido a que las plantas con mayor diámetro de tallo pueden llegar a presentar mayor resistencia a los diferentes factores ambientales, así como ser menos susceptible a romperse cuando la planta presenta un buen número de frutos, lo que significa mayor peso a soportar la planta. Estos resultados obtenidos coinciden con Solórzano (2019), quien menciona en su trabajo de investigación, que con la aplicación de sustancias húmicas (ácidos húmicos), las plantas tuvieron mayor diámetro de tallo, teniendo un valor de 16.05 mm a los 45 días después de la siembra, esto en el cultivo de pimiento (ver Figura 4.5.4).

Figura 4.5.4 Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas sobre la variable diámetro de tallo (cm).



Fuente: Elaboración propia.

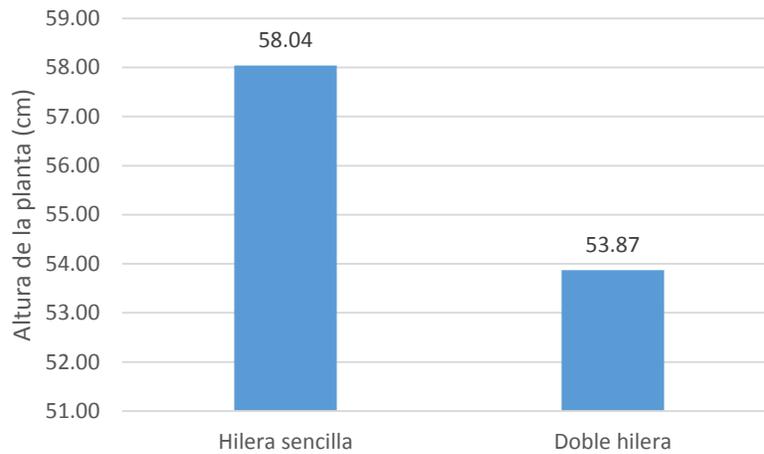
Para las demás interacciones que corresponden a esta variable, las dobles como las triples interacciones, se encontraron que los resultados son estadísticamente no significativos lo que en principio indica que estas interacciones son independientes.

4.6 Altura de la planta.

Esta variable es de importancia, esto debido a que está relacionada con la captación de luz, al tener plantas con buena altura tendrá mayor facilidad para poder obtener dicho factor, una buena captación de luz es de vital importancia debido a que provee la energía necesaria para llevar a cabo la fotosíntesis, proceso necesario en las plantas.

Al realizar un análisis estadístico para el factor A (sistema de plantación), se encontró una respuesta estadística altamente significativo, esto en principio indica que para esta variable, se tiene una relación dependiente del sistema de plantación a manejar. Al realizar una comparativa porcentual, se puede observar que el mejor resultado se obtuvo al manejar un sistema de plantación de hilera sencilla, el tratamiento 2 donde se manejó una densidad de plantación a hilera sencilla, reportó la mejor respuesta con un valor de 65 cm, esto representó un incremento del 33.33% comparado con el tratamiento 21, donde se manejó una densidad de plantación a doble hilera, quien reporto un menor resultado. Los resultados indican que se tiene mejor respuesta con respecto a la altura de la planta al utilizar el sistema de plantación de hilera sencilla, este resultado, probablemente, pudo haberse presentado, ya que, al manejar altas densidades de plantación se tiene competencia por los nutrientes y luz, y al manejar una baja densidad de plantación, probablemente se aprovechó mejor absorción de la luz, lo que pudo provocar una elongación de los tallo, esto se ve reflejado en una mayor altura de la planta. Esto coincide con Rodríguez, et al, (1994), quien menciona que al manejar un sistema de plantación de surco sencillo, las plantas tienen mayor altura en comparación con el sistema de doble hilera que reportó una menor altura (ver Figura 4.6.1).

Figura 4.6.1 Respuesta del chile serrano al factor A (sistema de plantación) sobre la variable altura de la planta (cm).

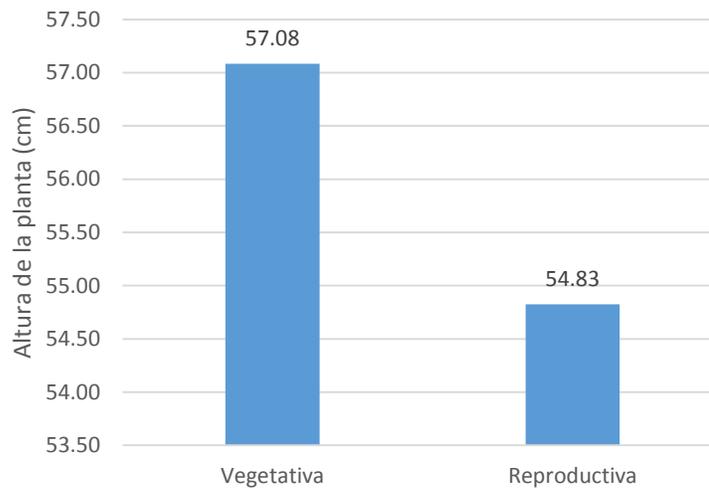


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B (Tipos de fórmulas), el análisis estadístico reporta que se tiene una respuesta estadística no significativa, esto en principio indica que es indistinto emplear una fertilización con una formula con influencia vegetativa o una fertilización con una formula con influencia reproductiva, ya que los posibles resultados a obtener serán similares. Sin embargo, se puede observar que el mejor resultado se presentó en los tratamientos donde se manejó una fertilización con influencia vegetativa, reportando un valor de 57.08 cm, para esta variable, al realizar una comparativa porcentual, este representó un incremento de tan solo el 4.10 %, en comparación con el resultado con valor obtenido al emplear una fertilización con una formula con influencia reproductiva, quien fue menor al reportar un valor de 54.83 cm. En general se presenta un mejor resultado al manejar una fertilización con una fórmula de fertilización con influencia vegetativa. Este resultado probablemente se presentó, debido a que, al manejar una formula con influencia vegetativa, se estará adicionando en mayor cantidad el Nitrógeno ya que este elemento favorece el crecimiento, lo que se estará reflejando en una mayor altura. Esto no coincide con Cabrera (2018), quien indica, para el cultivo de *Leucaena leucocephala*, reporta tener una mayor altura en las plantas al emplear un fertilización con influencia reproductiva, superando

en tan solo 7.22%, esto comparado con el resultado obtenido al emplear una fertilización con influencia vegetativa (ver Figura 4.6.2).

Figura 4.6.2 Respuesta del chile serrano al factor B (tipos de fórmulas), sobre la variable altura de la planta (cm).

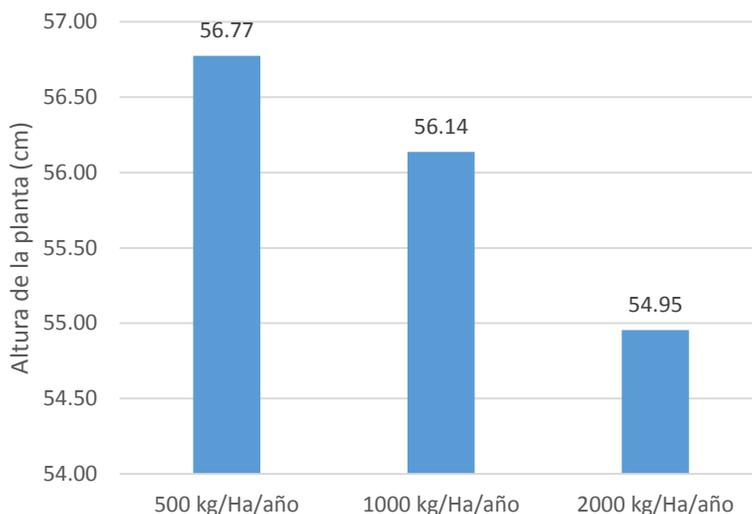


Fuente: elaboración propia.

Para el factor C (capacidades de extracción de fertilizante), al realizar el análisis estadístico, se obtuvo una respuesta estadística no significativa. Esto indica en principio que será indistinto el realizar una fertilización a una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, a una de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y a una de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, ya que los posibles resultados a obtener serán similares. Sin embargo para esta variable, se reporta una mejor respuesta en los tratamientos donde se manejó una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, con un valor de 56.77 cm de altura de la planta, esto representó un incremento de tan solo 3.31% comparado con los tratamientos donde se empleó una capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante/Ha/año, que reportó una menor valor, de tan solo 54.95 cm. Desde el punto de vista económico, resulta mejor realizar un fertilización con una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, ya que reportó buenos resultados, además del uso de una menor capacidad de extracción de fertilizante, aportará beneficios positivos en el suelo, ya que, se evitará salinizarlo con el uso indiscriminado de los fertilizantes, esto hará que la planta se pueda abastecer de

los nutrientes que requiere, para que se desarrolle de manera favorable obteniendo un buen rendimiento del cultivo. Este resultado coincide con Cabrera (2018), quien indica, tener mejor resultado en cuanto a la altura de planta, esto al emplear una dosis baja en la solución nutritiva, correspondiente a 250 ppm, en comparación con las dosis más altas las cuales presentaron una menor respuesta (ver Figura 4.6.3).

Figura 4.6.3 Respuesta del chile serrano a la capacidad de extracción de fertilizantes sobre la variable altura de la planta (cm)

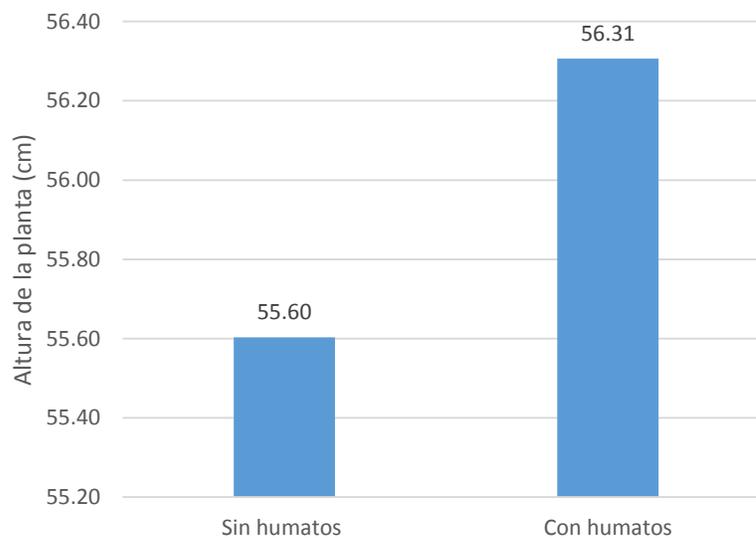


Fuente: Elaboración propia.

Para el factor D (sustancias húmicas), se obtuvo una respuesta estadística no significativa, esto en un principio indica que es indistinto si se adicionan o no las sustancias húmicas, ya que para esta variable los resultados a obtener serán similares, por lo que la necesidad del chile serrano de este producto es reducido. Sin embargo el realizar un análisis porcentual, se obtuvo que el mejor resultado se logra al emplear una fertilización con la adición de sustancias húmicas a una dosis de 0.25 cc/L, reportando un valor de 56.31 cm, al realizar una comparativa porcentual este resultado representó un incremento marginal de 1.27 %, comparado con el resultado obtenido al manejar una fertilización donde no se adicionaron las sustancias húmicas, el que reportó un menor resultado, en general con la aplicación de sustancias húmicas se obtienen plantas de mayor altura, este resultado obtenido se pueda atribuir, a que, las sustancias húmicas

mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que puede llegar a influir en una mejor absorción de nutrientes, por lo que en consecuencia se estará reflejando en una mayor altura de la planta. Este resultado coincide con Solórzano (2019), quien menciona en su trabajo de investigación, que con la aplicación de sustancias húmicas (ácidos húmicos) las plantas tuvieron mayor altura con un valor de 46.83 cm, esto a los 45 días después de la siembra en el cultivo de pimiento (ver Figura 4.6.4)

Figura 4.6.4 Respuesta del chile serrano al uso de sustancias húmicas sobre la variable altura de la planta (cm).



Fuente: Elaboración propia.

Para las demás interacciones que corresponden a esta variable, las dobles como las triples interacciones, se encontraron que los resultados son estadísticamente no significativos lo que en principio indica que estas interacciones muestran un comportamiento independiente.

V. CONCLUSIONES.

Con base a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

Cuando se maneja una densidad de plantación a doble hilera los resultados para la mayoría de las variables fueron satisfactorios, por lo que el cultivo de chile serrano responde bien a las altas densidades de plantación.

La capacidad de extracción de fertilizante con resultado más favorable fueron las dosis bajas, siendo las de 500 y 1,000 kg de fertilizante/Ha/año, por lo que no se recomienda el manejo de dosis altas de fertilización.

Manejar una fertilización con influencia vegetativa tiende a tener mejores resultados para cada una de las variables.

El uso de sustancias húmicas en la nutrición del cultivo no influyó en gran manera en los resultados para cada variable, ya que, sin la adición de las sustancias húmicas los resultados fueron un poco más favorables.

Es posible la producción de buenos rendimientos y calidad en los frutos de chile serrano al manejar una nutrición completa con influencia vegetativa, manejando un sistema de plantación a doble hilera y manejar dosis bajas de fertilizantes no superiores a 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

VI. LITERATURA CONSULTADA:

- Aguirre-Mancilla (2017). El chile (*C. annuum* L.), cultivo y producción de semilla. Artículo de Ciencia y Tecnología. Agrop. México. Vol. 5. Núm. 1
- Agua y Suelo Para La Agricultura (ASA). 2019. Manejo de la fertilización de maíz y Frijol – 4R, basado en la evaluación visual de los suelos. Managua, Nicaragua.
- Amberger A. Efficient management of nitrogen fertilization in modern cropping systems. In: Optimization of Plant Nutrition. Fragoso MAC, van Busichem ML. (eds.). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. 619-622.
- Anguiano J. 2010. Comparación de la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.
- Arriaga J. 2011. Evaluación de tres enraizadores comerciales en la producción de plántulas de chile ancho y chile serrano (*Capsicum Annuum* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Ascencio D. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto y en macro túnel. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma De San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- Avelar, M. J. y Marban, M. 1989. Intentos de control de la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* en la región de Valsequillo. Puebla. In: Memorias XVI Congreso Nacional de Fitopatología, Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Texcoco. México.
- Azofeifa, A. y Moreira, M. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annum* L. CV. HOT) en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 32: 19-29.

- Baños, A. S. Cabrera, 1991. El pimiento para pimentón. Editorial Mundi prensas.
- Barón, R. Benítez, I.C. y González, J.L 1995. Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. *Agrochimica XXXIX*, 5-6; 280-289.
- Benavides. A. (1998). El azufre en las plantas. Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Benavides. M. A., Rangel. P. P., Chávez. F. E (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Bidwell. R. G. S. (1979). *Fisiología Vegetal*. A.G.T Editor, S.A. Progreso 202 – Planta alta. México. D.F.
- Burke, H.R y R.E. Woodruff, 1980. The pepper weevil. *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). En: Florida, Fla. Dept. Agric. and Consumer Serv,. Entomol. Circular N. 219.
- Cabrera. A. Y. (2018). Evaluación de *Leucaena leucocephala*, sometida a dos tipos de nutrición a diferentes concentraciones. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Cadahia, L.C. 1998. *Fertirrigacion. Cultivos hortícolas y ornamentales*. Ed. Mundi Prensa. 335 pp.
- Castaños C, M., 1993. *Horticultura: Manejo simplificado*. Colección fénix. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Cazares M. 1999. *El Cultivo de la Avena (Avena sativa L)*. Monografía de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Chura, J., Mendoza, J. W., Cruz, J. C. (2019). Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. Artículo de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- García A. I. 2015. *Relación Nitrógeno: Potasio en el cultivo de calabacita (Cucúrbita pepo L.) Tipo Zuchinni, cv., Meteoro*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- García A.M. 1984. *Patología vegetal práctica*. 2ª. edición. Editorial Limusa. México. P.p. 9-12, 85-87, 143-144.
- García, A. J. 1992. Evaluación de ácidos húmicos (Humiplex plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de la papa, en la región de Galeana, N.L.

- Garzón TJA, Acosta GG, Torres PI, González ChM, Rivera BRF, Maya HV, Guevara GRG. 2002. Presencia de los Geminivirus, Huasteco del Chile (PHV), Texano del Chile variante Tamaulipas (TPV-T), y Chino del Tomate (VCdT), en los estados de Guanajuato, Jalisco y San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 20:45-52.
- Gómez C., Manuel A., Gómez T., Laura, Nelson, Erin & Schwentesius Rindermann, Rita. "Un movimiento orgánico local que crece: la Red Mexicana de Mercados Orgánicos". *LEISA revista de agroecología*, vol. 24, junio 2008, pp. 18-21
- Gordon, R. y A. M. Armstrong. 1990. Biología del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae), en puerto Rico. *J. Agr. U. Puerto Rico* 74: 69-73.
- Guerrero. A. C. (2018). Manejo de la Nutrición Completa Considerando Capacidades de Extracción y Densidad en la Producción de Calabacita. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Guenkov, G. 1983. *Fundamentos de la Horticultura Cubana*. Editorial Pueblo y Educación. L. Habana-Cuba. pp. 144-146.
- Grijalva. C. R. L., Duarte. M. R., Grijalva. D. S. A., Contreras. F. R. (2005). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en Tomate Bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. Artículo Científico, INIFAP. Vol. XII, N. 2. Caborca, Sonora.
- Hernandez Gil, R. 1989. *Nutrición Mineral*. Facultad de Ciencias Forestales. ULA. Mérida.
- Intagri. 2020. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p
- Intagri. 2020. El Cobre en la Nutrición Vegetal. Serie de Nutrición Vegetal. Núm. 135. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- Intagri. 2018. El manganeso en la Nutrición Vegetal. Serie de Nutrición vegetal. Núm. 113. Artículos Técnicos de INTAGRI. México 5 p.
- Intagri. 2017. Las funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 4p.
- Intagri. 2017. Uso eficiente del Fosforo en la Agricultura. Serie Nutrición Vegetal núm. 105. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Intagri. 2017. Fuentes Orgánicas de N-P-K para la Nutrición de los Cultivos. Serie Agricultura Orgánica Núm. 10 Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2001. Programa Nacional de Maíz (*Zea mays* L.) proyecto de investigación y desarrollo.
- Jiménez. R. V. 2019. Manejo de nutrición considerando capacidad de extracción de fertilizantes en la producción de calabacita. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Kyrby E. y Rombeld V. 2007. Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility. Proceedings 543, The International Fertilizer Society, P. O. Box, York, YO32 5YS, United Kingdom.
- Lampkin, Nicolas. Agricultura Ecológica. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1988.
- Lesur, L. 2006, Manual del cultivo del chile: un guía paso a paso, México: trillas, 2006.
- Ludilov, V.A y Ludilov M.I. 1975. Application of high rates of mineral fertilizer in Capsicum and eggplants. Nauchney Trudy NII Ovoshch Kh-va No. 3:58-63.
- Luna. A. L. 2014. Evaluación de cinco programas de fertilización química en berenjena. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar. Zacapa, Guatemala.
- Mata V. H., Vázquez G. E., Ramírez M. M., y Phathistan P. J. 2010. Fertirrigacion de chile serrano con riego por goteo en el Sur de Tamaulipas, Inifap villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. Libro técnico número 2.
- Mejicano. M. J. G., Rivera. F. E. G., Umaña. V. D. A. 2013. Evaluación Comparativa De Dos Variedades De Chile Dulce (*Capsicum annuum* L.); Nathalie Vrs. Magali R; Utilizando La Técnica De Macro túneles En Diferentes Densidades De Siembra. Tesis de Licenciatura. Universidad De El Salvador. San Vicente, El Salvador.
- Mendoza Z. C., Pinto C. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. p. 153-159, 248, 286-287.
- Miguel. V. E. 2013. Rendimiento y calidad de fruto de tres híbridos de chile serrano (*capsicum annuum* L.) bajo dos láminas de riego y diferente colocación de cintilla. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Munson R. D, Nelson W. L. Principles and Practices in Plant Analysis. En: Walsh L.M y J.D Beaton (Eds): Soil Testing and Plant Analysis. 6th Ed. SSSAJ. Madison, Wisconsin, USA, 1986. 223-248.

- Omega Agroindustrial. 1989. Departamento de Investigación y Desarrollo Saltillo, Coahuila, México S.A de C.V.
- Ortiz, J. N., I. Nikolskii, O. Palacios y R. Acosta. 1999. Pérdidas de agua de riego por percolación profunda durante el proceso de infiltración. *Terra*. 17: 115 – 124.
- Pacheco, M.F. 1985. Plagas en los Cultivos Agrícolas en Sonora y Baja California. 1ª Ed. Edit. CIANO.SARH.INIA. Campo Agrícola Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. p. 222-223.
- Payeras, A. 2013. Revista Bonsai Menorca. Acidos húmicos y Acidos Fulvicos.
- Pérez. L. F. (2017). Nutrición Mineral. Fisiología Vegetal parte III. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú.
- Pérez. J. S. (2015). Capacidad de Extracción de Fertilizante del Chile Habanero (*Capsicum chinense L.*) var. Jaguar. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Pérez. F. M, I. (2015). Aplicación de humatos de potasio y de la fertilización NPK en tres híbridos de melón (*cucumismelo L.*), bajo riego por goteo. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Pozo Campodónico, 1981. Descripción y tipos de cultivares de chile (*capsicum spp*) en México; folleto técnico número 77 octubre 1981 inia, sa4rh, México. DF.
- Rangel. C. L. (2016). Crecimiento del chile habanero (*capsicum chinense Jacq.*) bajo diferente espaciamiento entre hileras en la comarca lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- Rice, J. A y CCarthy M.A, P. 1988. Comments on th literatura of the humin fraction of humus. *Goederma*. 43, 65-73.
- Robles S. R. 1985. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa.
- Rodríguez R. 2018. Efecto del portainjerto en el rendimiento y calidad del fruto de pimiento morrón. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Rodríguez, M. R. 1988. Estudio preliminar sobre el mosaico del chile en la región del bajío. Tesis C.P. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Rodríguez. R., Torres. H., Williams. H., Montes N. 1994. Sorgo en doble hilera versus surco sencillo en el Noroeste de México. Nota técnica. INIFAP. Rio Bravo, Tamaulipas, México.

- Sagarpa-Inifap 2003. El Cultivo de Chile Serrano en la Zona Media de San Luis Potosí. Folleto para productores N. 37.
- Schnitzer M and SU Kahn (1972), Humic substances in the environment. Marcel Dekker, New York. 327 pp.
- Sibaja. G. M, J. Nutrición completa de calabacita zucchini (cucúrbita pepo L.) y su efecto con fuentes organominerales tomando en cuenta la capacidad de extracción. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Silvilla, 2001. Prioridades del Sector Agropecuario y Forestal para la Formulación de Proyectos Integrales. COMPILACION. Sistema de Investigación Francisco Villa. SEP. CONACYT. 157 p
- Solórzano. C. A. E. 2019. Efecto de quitosano, hongos micorrizicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo en variedades de pimiento (*Capicum annuum* L.) bajo condiciones protegidas. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Valadez J A. 1992. Producción de hortalizas ed. Limusa. México pp 67 168.
- Valadez, A. 1997. Producción de hortalizas. Ed Limusa pp 197-211.
- Valadez L. A. 1994. Producción de hortalizas ed. Limusa 4ª ed. México.
- Valverde, F., Córdova, J. y Parra, R. 1998. Fertilización del cultivo de papa. Quito. INIAP, PNRT/Papa, DMSA. 37p.
- Villalpando, J. F., Del Real L. I, y Ruiz C.J A.1991. Temperatura y Fenología agroclimatología S. a. de C.V. Curso de Capacitación en Agricultura y Meteorología Agrícola. Guadalajara, Jalisco.
- Zapata N. M. et al; 1992 el pimiento. Editorial Acribia España.

CITAS DE INTERNET

- Siap 2019. Servicio de Información agroalimentaria y pesquera. México. [En línea].
<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (consulta: 04 de febrero del 2019).

