

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de Tres Densidades de Población en Chile Serrano (Híbrido
Máximo) con Acolchado de Suelos y Fertirrigación.**

Por:

PEDRO ARREDONDO ARREDONDO

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Tres densidades de Población en Chile Serrano (Híbrido
Máximo) con Acolchado de Suelos y Fertirrigación
TESIS

POR:

Pedro Arredondo Arredondo

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:
PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Biol. M. C. Juanita Flores Velásquez
SINODAL

Ing. M.C. Víctor M. Reyes Salas
SINODAL

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Ing. M.C. Reynaldo Alonso V.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por haberme permitido realizar mis estudios profesionales.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Agradezco a la Bióloga Juanita Flores Velásquez por su asesoría profesional en la conducción, realización y corrección de la presente investigación, por sus consejos, pero sobre todo por su amistad brindada.

Al Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco, por su colaboración en la revisión de este trabajo.

Al Ing. M.C. Víctor Reyes Salas, por su colaboración en la revisión de la presente tesis.

A los trabajadores de campo del CIQA, Arturo, Goyo y Don Jacobo, por su apoyo en las labores de campo que requirió esta tesis.

A todas las personas que de alguna u otra manera participaron en mi formación profesional.

Gracias a **Dios** por permitirme existir.

DEDICATORIA

A mi Madre

Francisca Arredondo Clemente.

Quién a su manera me ha motivado y dado esperanza, que gracias a su tenacidad y dedicación ha logrado salir siempre adelante y sobre todo porque gracias a ella me encuentro hoy aquí.

A mi Padre

José Carmen Arredondo Cortéz (†)

Se que donde quiera que esté siempre vivirá en el corazón y en el recuerdo de quienes tuvieron la dicha de conocerle.

A mi esposa

Teresita Sandoval de Arredondo.

Por el Hijo que me ha dado. Gracias.

A mi Hijo.

Neftalí Sebastián

Que da nueva vida a mis ambiciones, que da nueva energía a mis deseos, que me da la fuerza para buscar el camino hacia el logro de nuevas metas. Hijo, Te quiero.

A mis hermanos

David

Ma. Eliza

Samuel

Gustavo

Carmen (Mago)

José

José Juan

Ma. Martha

Alicia

Raquel

Ma. Paz

Patricia

Con gratitud para ustedes.

Con respeto a la familia Sandoval López.

Sr. Pablo Sandoval González

Sra. Eugenia López de Sandoval.

INDICE DE CONTENIDO

		Pag
DEDICATORIA		i
AGRADECIMIENTOS		ii
INDICE DE CONTENIDO		iii
INDICE DE CUADROS		iv
INDICE DE FIGURAS		v
RESUMEN		I
INTRODUCCION		1
	Objetivos	3
	Hipótesis	4
REVISION DE LITERATURA		5
	Generalidades del Cultivo	5
	Origen del Cultivo	5
	Clasificación Taxonómica	6
	Descripción de las Características Morfológicas y Botánicas del Chile	6
	Raíz	7
	Tallo	7
	Hojas	7
	Flores	8
	Fruto	8
	Semillas	8
	Descripción del Chile Serrano	9
	Requerimientos Climáticos y Edáficos	9
	Clima	10
	Temperatura	10
	Suelo	11
	Generalidades del Acolchado de Suelos	11
	Uso del Acolchado en México	12

	Efectos del Acolchado de Suelos	13
	Fertilización y Fertirrigación	14
	Ventajas y desventajas de la Fertirrigación	15
	Programas de Fertirrigación y Niveles de Fertilización	16
	Balance Nutricional Durante el Ciclo de Crecimiento de un Cultivo	16
	Densidades de Siembra y población	18
	Competencia como una Implicación de la Densidad de Población	20
	Resultados de Investigación sobre Acolchado Fertirrigación y Densidades de Siembra en el Cultivo del Chile.	32
MATERIALES Y METODOS		32
	Localización Geográfica del Sitio Experimental	32
	Clima del Lugar	33
	Suelo	33
	Diseño Experimental	35
	Establecimiento del Experimento	35
	Siembra del almácigo	35
	Material Vegetativo	36
	Preparación del Terreno	36
	Delimitación del Terreno	36
	Instalación del Sistema de Riego	37
	Acolchado de Suelo	37
	Trasplante	38
	Manejo del Cultivo	38
	Riegos	38
	Fertilización	39
	Deshierbes	40
	Control Fitosanitario	40
	Variables Evaluadas	41
	Altura de Planta	41
	Diámetro de Tallo	41

	Cobertura de Planta	42
	Longitud y Diámetro de Fruto	42
	Número de Frutos por Planta	42
	Peso Promedio de Fruto	43
	Eficiencia de Nutrientes	43
	Rendimiento	43
RESULTADOS Y DISCUSION		45
	Altura de Plan	46
	Diámetro de Tallo	48
	Cobertura de Plantas	50
	Longitud de Frutos	51
	Diámetro de Frutos	52
	Número de Frutos por Planta	54
	Peso Promedio de Fruto	55
	Eficiencia en el Uso de Nutrientes	56
	Rendimiento Total	56
CONCLUSIONES		58
BIBLIOGRAFIA		59

INDICE DE CUADROS

		Pag
CUADRO 1.	El uso de Acolchado en Algunas Hortalizas de México	11
CUADRO 2.	Absorción de Nutrimentos por Algunas Hortalizas de Acuerdo a una Meta Estimada	16
CUADRO 3.	Distanciamiento entre Plantas, Dosis de Fertilización y Densidades de Población en los Tratamientos Evaluados	33
CUADRO 4.	Programa de Fertilización para los Tratamientos que llevaron el Nivel de Fertirrigación 1 (F1) Dosis Utilizada en Culiacán, Sinaloa (240-137-252 kg/ha de NPK)	39
CUADRO 5.	Programa de Fertilización para los Tratamientos que llevaron el Nivel de Fertirrigación 2 (F2) Dosis Recomendada por Haifa Química para Chiles Crecidos en Campo Libre (229-121-203 kg/ha de NPK)	39
CUADRO 6.	Calendario de Aplicación de Agroquímicos	40
CUADRO 7.	Altura de Planta Observada por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	45
CUADRO 8.	Diámetro de Tallo Observado por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	47
CUADRO 9.	Cobertura de Planta Observada por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	49
CUADRO 10.	Longitud de Fruto Observada por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	50
CUADRO 11.	Diámetro de Fruto Observado por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile	

	Serrano (Híbrido Máximo)	52
CUADRO 12.	Número de Frutos por Planta Observado por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	
		54
CUADRO 13.	Peso Promedio de Fruto Observado por Efecto de las Diferentes Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	
		55
CUADRO 14.	Eficiencia en el Uso de Nutrientes bajo Acolchado Plástico en el cultivo de Chile Serrano (Híbrido Máximo)	
		56

INDICE DE FIGURAS

	Pag
FIG. 1.- Altura de Planta Observada en Chile Serrano Híbrido Máximo a los 60 ddt.	46
FIG. 2.- Diámetro de Tallo Observado en Chile Serrano Híbrido Máximo a los 60 ddt.	48
FIG. 3.- Cobertura de Planta Observada en Chile Serrano Híbrido Máximo a los 60 ddt.	49
FIG. 4.- Rendimiento Total Observado por Efecto de las Densidades de Siembra y Dosis de Fertilización en Chile Serrano (Híbrido Máximo)	57

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en el cultivo de chile serrano híbrido Máximo, entre los meses de mayo a octubre de 1998 en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado al Noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila.

El diseño fue en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, se tuvieron dos factores en estudio, el factor A que consistió en probar dos niveles de fertilización (240-137-252 y 229-121-203 kg de NPK/ha) y el factor B con tres distancias entre plantas (20, 30 y 40 cm que corresponden a las densidades de población de 54,348, 36,232 y 27,174 plantas/ha respectivamente), con cuatro repeticiones para un total de 24 unidades experimentales, quedando en parcelas grandes las dosis de fertilización y en parcelas chicas las densidades de población. La unidad experimental constó de 2 surcos o camas de 3.8 m de largo por 0.5 m de ancho cada una, tomándose como parcela útil una de ellas.

Los tratamientos evaluados fueron: T1=A₁B₁(240-137-252 kg/ha de NPK y 40 cm entre plantas), T2 = A₁B₂ (240-137-252 kg/ha de NPK y 20 cm entre plantas), T3 = A₁B₃ (240-137-252 kg/ha de NPK y 30 cm entre plantas), T4= A₂B₁ (229-121-203 kg/ha de NPK y 40 cm entre plantas), T5= A₂B₂ (229-121-203 kg/ha de NPK y 20 cm entre plantas) y T6= A₂B₃ (229-121-203 kg/ha de NPK y 30 cm entre plantas), todos los tratamientos estuvieron bajo acolchado de suelos con plástico negro y sistema de riego por goteo.

En cuanto a resultados, para altura de planta, diámetro de tallo y cobertura se realizaron tres muestreos, presentando diferencia significativa para el factor B (distancia entre plantas) en el segundo muestreo para altura de planta, en cuanto a diámetro de tallo, se presentó diferencia significativa en el segundo muestreo y el tercero fue altamente significativo, ambos en el factor B. Para cobertura solo se presentó significancia para el mismo factor en el primer muestreo.

De acuerdo al último muestro la mayor altura de planta se registró en el tratamiento el T2 con 68.24 cm, en tanto que para diámetro de tallo el mayor valor fue para el tratamiento T1 con 1.67 cm y la cobertura fue mayor para el tratamiento T6 con 3,350.7 cm².

Por otro lado las variables longitud y diámetro de frutos, en los siete cortes realizados durante la cosecha no mostraron respuesta a ninguno de los factores en estudio sin embargo durante los cortes uno y dos se cosecharon los frutos de mayor diámetro y tamaño, los valores de estos parámetros fueron decreciendo conforme el desarrollo del cultivo fue avanzando. El peso promedio de fruto no presentó significancia para ninguno de los factores, oscilando los pesos de 4.73 g para el tratamiento T4 hasta 5.04 g para el mejor tratamiento que fue el T3.

El número de frutos por planta tuvo un comportamiento muy variado ya que mostró significancia en el segundo y tercer muestreo al 0.05 dentro del factor B, mientras que para muestreo 4, 5 y 6 B se presentó una diferencia altamente significativa dentro de ambos factores. El mayor número de frutos se presentó en el corte 4. El rendimiento total no mostró respuesta a ninguno de los factores en estudio, sin embargo se observó que el mejor tratamiento fue el T6 con 65,931 ton/ha que supera en 7.697 ton/ha al tratamiento 1 que fue el de menor rendimiento. Así mismo este tratamiento fue el que presentó un uso más eficiente de los nutrimentos. De esta manera se puede decir que para este estudio la altura de planta, el diámetro de tallo, peso promedio de fruto y el número de frutos por planta no fueron indicadores de un mayor rendimiento, así como también podemos indicar que a mayor cobertura de planta se presentó una mayor asimilación de nutrimentos, misma que se reflejó en un mayor rendimiento.

INTRODUCCION

El chile tiene una larga tradición cultural en México ya que es uno de los ingredientes característicos que ha dado fama a nivel internacional a la comida típica mexicana dado que es un alimento empleado desde hace siglos en la elaboración de una amplia variedad de platillos y condimentos, además de que puede aportar diversos beneficios al organismo debido a sus numerosas propiedades nutricionales, convirtiéndolo así no solo en uno de los componentes predilectos de nuestra cocina, sino en auténtico emblema de mexicanidad.

Este fruto era conocido desde tiempos precolombinos, incluso algunos investigadores sostienen que el cultivo del chile antecedió al de otros tan arraigados como el maíz, frijol y calabaza. Independientemente de su sabor, el chile aporta además de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, diversos beneficios a la salud entre los que se encuentran la estimulación de la circulación dificultando la formación de coágulos sanguíneos, despeja las vías respiratorias en casos de tos y resfriados, estimula y mejora la digestión y ayuda a quemar calorías.

Dentro de la gran diversidad de chiles que hay en México, los más importantes en base a su demanda y área sembrada son: jalapeño, ancho, puya (guajillo), serrano, pasilla y bell. Se estima que las variedades de chile ancho (que en fresco es el poblano), serrano, jalapeño y mirasol abarcan el 75% de la superficie total cultivada a nivel nacional (Claridades Agropecuarias, 1998). Durante los ciclos primavera-verano 97 y otoño-invierno 97-98 la superficie sembrada con chiles cubrió 157,182 ha con una diversidad de más de 30 tipos distintos en 24 entidades (Hortalizas, Frutos y Flores, 1998).

Con lo que respecta al chile serrano en particular, se presume que es originario de las serranías del norte de los estados de Puebla e Hidalgo, donde se sembró originalmente (Laborde, 1982).

Como ya se mencionó anteriormente, el cultivo de chile es una práctica generalizada en todo el territorio nacional; sin embargo, puede señalarse que son cinco las entidades que concentran más del 50% de la superficie sembrada y cosechada, así como el 60% de la producción. Dichas entidades son, en orden de importancia: Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Zacatecas y Sonora (Claridades Agropecuarias, 1998).

El chile serrano se ha cultivado en las Huastecas en forma intensiva desde hace muchos años, en la actualidad es una región importante, abastecedora de los principales centros de consumo del país. La producción de este tipo de chile esta dividida en tres zonas principales, que son: sur de Tamaulipas, el oriente de San Luis Potosí, norte de Veracruz y la región de RioVerde, S.L.P., es también una importante zona productora de chile serrano.

El cultivo de chile serrano constituye una importante fuente de ingresos para los agricultores, además es generador de empleos para los trabajadores agrícolas, ya que se requieren de 300 a 350 jornales por hectárea en las labores de cultivo, principalmente en las cosechas. También hay que agregar otros trabajadores que se relacionan en forma indirecta con el cultivo, entre los que se incluyen transportistas y comerciantes (Pozo y Bujanos, 1982). Con lo que respecta a producción en el año agrícola 1990-1991, los rendimientos promedio nacionales fueron de 4.163 en el ciclo primavera-verano y de 5.348 ton/ha en el ciclo otoño-invierno (INEGI, 1997).

El chile es una hortaliza que genera divisas para México, ya que es el principal país proveedor para Estados Unidos y Canadá en los ciclos de invierno primavera (en los meses de noviembre a mayo). Dado que este producto ha encontrado buena demanda en algunos de los principales mercados estadounidenses así como al interior del país, se ha hecho indispensable contar con materiales híbridos de maduración temprana y concentrada. Ante ello es fundamental ofrecer y evaluar nuevas y mejores opciones para la siembra de picantes de excelente calidad, así como

emplear las técnicas de producción adecuadas que permitan incrementar los rendimientos y hacer este cultivo un tanto más redituable.

El incremento de la producción depende, entre otras cosas, del buen manejo de los factores controlables de la producción y de estos la fertilización y la densidad de población ocupan un lugar preponderante (Rodríguez et. al., 1987).

La densidad de población y la distancia entre surcos son factores controlables de la producción, que pueden ser manipulados para obtener rendimientos más altos en la mayoría de los cultivos. En general puede decirse que la densidad de población depende de la variedad de que se trate, así como de las condiciones del suelo y del medio en que se cultive.

Tomando en cuenta las ventajas que pueden tener los cultivares mejorados (híbridos) con respecto a los de uso tradicional y teniendo presente que es necesario hacer un buen manejo de los factores controlables de producción y aprovechar más eficientemente los recursos como semilla, agua y fertilizantes, se planteó evaluar el efecto de densidades de población y diferentes dosis de fertilización en el cultivo de chile serrano (Híbrido Máximo).

OBJETIVOS

- ◆ Evaluar tres densidades de población y determinar la que tenga mayor influencia sobre el rendimiento de chile serrano (Híbrido Máximo).
- ◆ Proporcionar una base para el establecimiento de dosis de fertirrigación en el cultivo de chile serrano (Híbrido Máximo).

HIPOTESIS

- ◇ Las densidades de población influyen sobre el rendimiento y características vegetativas de la planta.
- ◇ Mediante la fertirrigación hay una mayor optimización del fertilizante.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del cultivo

Origen del cultivo

Se cree que el chile pudo ser el primer cultivo domesticado en Mesoamérica (Long, 1984) y desde entonces forma parte fundamental de la dieta del pueblo de México. El género *Capsicum* es originario de América excepto la especie *Capsicum anomalum*. Existe la teoría de que éste género es originario de una parte de la región andina y amazónica de Sudamérica que comprende Perú, Bolivia y algunas pequeñas partes de Argentina y Brasil (McLeod et al., 1982).

Este género se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles. Valades (1996) Existen múltiples evidencias de que el chile se conoce en México desde épocas muy remotas; en el Valle de Tehuacán, Puebla y Ocampo, Tamaulipas, se han encontrado restos de este cultivo que datan de hace 7,000 y 5,000 años, respectivamente (Eshbaugh, 1968 y Long, 1984).

De todas las especies de este género, sólo cinco tienen importancia hortícola y de ellas la más importante es *Capsicum annuum* L., cuyo centro de origen es México y América central (Eshbaugh, 1975 y 1979), aunque se acepta que los diferentes tipos de *C. annuum* fueron domesticados tanto en México como en el Amazonia (Pickersgill, 1989).

Clasificación Taxonómica

La siguiente clasificación es la sugerida por Janik, (1985) para el chile.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotyledonea
Orden	Solanaceales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>annuum</i>
	N.C. chile.

Descripción de las Características Morfológicas y Botánicas del Chile

Se le localiza desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm., por esta razón se tiene como un cultivo de amplio rango ambiental. Permitiendo con esto su producción en cualquier época del año; satisfaciendo así la demanda de los principales mercados. Es una planta anual en el cultivo en zonas templadas y perenne en las regiones tropicales, es muy variable, herbácea, subarborescente, algunas veces leñosa en la base, erecta, muy ramificada, alcanza una altura de 1 a 1.5 m.

Raíz

El sistema radicular es pivotante y profundo, puede llegar a medir de 0.70 a 1.20 m, y lateralmente hasta 1.20 m., pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm (Guenko, 1983). La raíz principal es fuerte y frecuentemente dañada durante el trasplante, se desarrollan profusamente varias raíces laterales, extendiéndose hasta 1 m, reforzadas por un elevado número de raíces adventicias.

Tallo

El tallo es de consistencia herbácea y crecimiento limitado y erecto, cuya longitud puede variar entre 0.5 y 1.5 m, cuando las plantas adquieren cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente, son de color verde oscuro (Zapata et al., 1992).

Hojas

Las hojas son planas, simples y de forma ovoide alargada, varían mucho en tamaño. Son lampiñas o subglabras, enteras, ovales o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminado, la base de la hoja es cuneada o aguda y el pedicelo es largo o poco aparente. Las hojas, al igual que el tallo pueden o no presentar vellosidades.(Valadez, 1996).

Flores

Las flores generalmente son solitarias, terminales, pero por la forma de ramificación parecen ser axilares, son flores perfectas, formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura. Los pedicelos miden mas de 1.5 cm de longitud, el cáliz es campanulado, ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado y cubriendo la base de los frutos. La corola es rotada, campanulada, dividida en 5 o 6 partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, blanca o verdusca, con 5 o 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son angulosas, dehiscentes longitudinalmente, el ovario es bilocular, pero a menudo multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura, el estigma es capitado. Las flores son hermafroditas con un alto porcentaje de polinización cruzada que puede llegar hasta el 50%, esto puede variar según las condiciones climáticas y la abundancia de insectos polinizadores, principalmente himenópteros (Rodríguez, 1988).

Fruto

Su fecundación es claramente autógama, no superando el 10% el porcentaje de alogamia. El fruto es como una baya semicartilaginosa, indehiscente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo solamente en los nudos, de forma, color, tamaño y pungencia muy variable. La forma puede ser linear, cónica o globosa, midiendo de 1 a 30 cm de longitud, en algunas variedades se hace curvo cuando se acerca a la madurez, el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas de pericarpio. El fruto inmaduro es verde o púrpura y cuando madura toman color rojo, naranja, amarillo, café, crema o púrpura debido a los pigmentos licopercisina, xantofila y caroteno. La pungencia se debe a la substancia llamada capsicina. Existen variedades con frutos de 1 o 2 g, mientras que otros pueden formar grandes bayas de más de 300 g.(Valadez, 1996)

Semillas

Las semillas son abundantes y miden de 3 a 5 mm de longitud, son de forma aplanada y de color amarillo pálido, es dicotiledónea con germinación epígea (SARH-INIA, 1982, Maroto, 1983 y Valadez, 1996).

Descripción del Chile Serrano

Las plantas de este tipo de chile tienen mucha variabilidad en cuanto a morfología se refiere, observándose hábitos de crecimiento compacto, postrado y erecto, con todas sus variantes, dado principalmente por el número y posición de las ramas primarias en el tallo principal. La altura de la planta varia de 0.40 a 1.50 m. Las hojas y el tallo presentan diferentes grados de pubescencia, lo cual da diversas tonalidades de color verde a la planta, aunque también se pueden encontrar materiales glabros.

Existe variación en las raíces en cuanto a forma y tamaño; desde la raíz típica o pivotante, con diferentes grados de ramificación y profundidad, hasta las raíces fibrosas, como las de los cereales.

Aún cuando tiende a comportarse como planta perenne en algunas regiones, por lo general, su ciclo vegetativo varía de 140 a 240 días y pueden realizarse hasta diez cosechas que son económicamente redituables.

Los frutos son rectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos de forma cónica. Tienen de 2 a 10 cm de longitud, con cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presenta de 2 a 3 lóculos. Son muy picantes de color verde que varia desde el claro al más oscuro cuando inmaduro, cambiando luego a color rojo al madurar, aunque hay genotipos que maduran en café, anaranjado o amarillo (Laborde, 1982).

Requerimientos Climáticos y Edáficos

Clima

Es una planta que se produce mejor en climas relativamente calurosos, en el que la temporada de crecimiento es larga y donde existe poco peligro de heladas. El chile aparentemente resiste mejor la sequía que el tomate o la berenjena, sin embargo los mejores rendimientos están ligados a una abundante cantidad de lluvias bien distribuidas. Como toda hortaliza de fruto, el chile es de clima cálido, por lo cual no resiste heladas.(Valadez, 1996).

Temperatura

El rango de temperaturas para una mejor germinación es de 24 a 29 °C, los días a emergencia son de 8 a 10. La temperatura ambiente para el desarrollo es, durante el día de 18 a 26 °C y por la noche de 15 a 18 °C.(Castaños, 1993).

La temperatura media al formarse la flor es entre los 18 y 27 °C. A bajas temperaturas (menores de 10 °C) abortan las flores, y a menos de 15 °C comienza a detenerse el crecimiento. A altas temperaturas (de 32 a 35 °C), específicamente en las especies de frutos pequeños, el pistilo (estigma) crece mas largo que los estambres antes que hayan abierto las anteras (heterostilia), fenómeno que provoca la polinización cruzada. Asimismo, se reporta que las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flores y/o frutos (Maroto, 1983).

Condiciones extremas de alta temperatura y baja humedad relativa provocan un déficit hídrico en las plantas, produciendo usualmente abscisión de yemas, flores y frutos pequeños. Las temperaturas relativamente bajas también afectan a la forma del fruto, cualquier observación sobre formas anormales del fruto no precisamente son asociadas con baja producción de semilla, no pueden ser controladas genéticamente. (Mac Gillivra et al., citados por Añez y Tavira, 1993)

Suelo

La humedad relativa óptima es entre 50 y 70%, la alta humedad relativa provoca problemas de tipo fitosanitario. El chile ha sido clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, reportándose valores de pH 6.5 y 7.0 (Zapata et al., 1992). También esta clasificado como una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad, soportando contenidos de 2,500 a 6,400 ppm (4 a 10 mmho) (Richards, 1954 y Maas, 1984 citados por Valadez ,1996).

En lo referente a la textura del suelo, se ha reportado que se desarrolla en diferentes clases, desde ligeros (arenosos) hasta pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos, profundos, ricos, bien airados y con buen drenaje (Castaños, 1993).

Generalidades del Acolchado de Suelos

El impacto generado por los constantes cambios climatológicos en el mundo, está impulsando cada día más el desarrollo de la agricultura protegida y tecnificada utilizando técnicas de plasticultura como son la utilización del acolchado de suelos y los sistemas de fertirrigación en los cultivos de hortalizas entre otras.

El acolchado de suelo consiste en cubrir total o parcialmente los surcos o las áreas de siembra con bandas de películas plásticas de diferente color. Los plásticos que se emplean para el acolchado de suelos son el polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC).

Robledo y Martín (1981) mencionan que la técnica del acolchado se utiliza para proteger los cultivos del efecto adverso que pueda tener la acción de los agentes atmosféricos, como desecación del suelo, lavado de fertilizantes y el enfriamiento del suelo, entre otros.

Uso de Acolchados en México

Santiago y Randolph (1996) mencionan que en la actualidad se calcula que por lo menos el 22% de los tomates se cultivan con el uso de la técnica del acolchado, y que según reportes existen alrededor de 35,000 hectáreas de acolchado en México, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro1. El uso de acolchados en algunas hortalizas de México

Hortaliza	Porcentaje (%)
Berenjena	33
Calabacita	24
Espárrago	16
Melones	24
Pepinos	33
Pimientos	28
Sandias	14
Tomates	22

Fuente: Productores de hortalizas, Octubre, 1996.

Efectos del Acolchado de Suelos

Según Ibarra y Rodríguez (1991), el acolchado, específicamente el que se realiza con el plástico negro, cumple con varios objetivos, entre los que destacan:

1. Reducir la compactación y erosión del suelo, permitiendo una mayor aireación y actividad microbiana.
2. Evitar el crecimiento y desarrollo de la maleza bajo la zona cubierta. A excepción del coquillo *Cyperus rotundus* L., el cual puede perforar el plástico.
3. Conservar la humedad del suelo, permitiendo un mejor aprovechamiento de los fertilizantes y demás agroquímicos (alrededor de la raíz), al mantenerlos donde la planta los necesita.
4. Incrementar la temperatura del suelo en dos o tres grados, lo cual permite a la raíz de las plantas una mayor rapidez de crecimiento, sobre todo en épocas invernales.
5. Actuar como repelente de muchos de los principales insectos, especialmente de insectos vectores de virus; lo cual retrasa la aparición y dispersión de enfermedades virales, por su capacidad de reflejar la luz solar, durante las primeras etapas del cultivo.
6. Evitar el contacto del fruto con el suelo en zonas donde azotan los vientos fuertes que provocan la inclinación de la planta en producción, esto ayuda a disminuir pudriciones de fruto.

Otros autores como (Guariento, 1983, citado por Vega, 1997) menciona que el acolchado modifica mayormente los parámetros relacionados con la fertilidad como son: temperatura, humedad y estructura del suelo, contenido de nitrógeno y anhídrido carbónico en el suelo y desarrollo de las raíces

Con respecto a la humedad del suelo (Guariento 1983, citado por Ramírez, 1998) menciona que el acolchado impide la evaporación del agua del suelo manteniendo éste humedad constante y regular, susceptible de ser utilizada por las plantas.

La temperatura promedio del suelo bajo acolchado es mayor que en el suelo desnudo. El efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo esta fuertemente influenciado por el tipo de plástico que se utilice, ya sea por la composición química o por la coloración del mismo (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Como consecuencia de la elevación de la temperatura y humedad del terreno protegido con películas plásticas, se favorece la nitrificación y, por lo tanto la absorción del nitrógeno por la planta. (Robledo, 1988).

Robledo y Martín, 1981 resumen que mediante el acolchado con películas plásticas se obtienen aumentos en rendimiento desde 21 hasta un 200% según los cultivos, y una precocidad de 8-21 días. Además de que se reducen las labores culturales.

Fertilización y Fertirrigación

Pozo y Bujanos (1980) recomiendan la aplicación de 180 kilos de nitrógeno por hectárea para chile serrano, aplicando la mitad a los 30 días de la nacencia y la otra mitad a los 70 días después de la primera aplicación. La aplicación se realiza en banda a 15 centímetros de la base del tallo y 10 centímetros de profundidad. También mencionan que no es necesario aplicar otros fertilizantes a base de fósforo y potasio en los suelos de las huastecas, ya que no se han tenido resultados favorables.

La fertirrigación consiste en la incorporación de fertilizantes solubles al agua de riego, que son después distribuidos mediante el sistema de riego localizado. Se pueden emplear fertilizantes líquidos o sólidos pero que sean altamente solubles e inactivos respecto a las sales contenidas en el agua y que no sean corrosivos para las instalaciones y aparatos de riego utilizados (Biblioteca de la Agricultura 1997).

Ventajas y Desventajas de la Fertirrigación

Según Fuentes (1990) y la Biblioteca de la Agricultura (1997) la fertilización mediante el sistema de riego ofrece las siguientes ventajas:

- Permite el fraccionamiento del abonado de los cultivos hortícolas.
- Se puede controlar el momento de la aplicación del fertilizante.

- Disminuye el peligro de acumulación de sales y residuos salinos.
- Se favorece la absorción de los elementos nutritivos por las raíces.
- Se consigue una aplicación más uniforme del abonado y un ahorro en la cantidad de fertilizantes.
- Permite tener un ahorro de mano de obra, debido a la posibilidad de mecanizar la distribución con una regulación automática.
- Se incrementa el rendimiento.

Entre las desventajas que se presentan al utilizar este sistema de fertilización es que se debe contar con personal técnico adecuadamente preparado además de que la inversión inicial para establecer el sistema es muy alta.

Armendariz (1998) menciona que con un sistema de riego por goteo de lo más sofisticado con un costo de 3,000 dólares/ha, se logró reducir hasta en un 50% el consumo de agua y en un 60% la inversión en fertilización consiguiendo rendimientos de tomate en campo hasta de 150 ton/ha, todo esto en comparación con el riego rodado. Así como también en chile jalapeño, con el riego por goteo, el rendimiento fluctúa entre 100 y 150 ton/ha, mientras que con el riego tradicional el rendimiento alcanza solo de 30 a 40 ton/ha.

Programas de Fertirrigación y Niveles de Fertilización

Janick (1985) menciona que la clase y nivel de fertilización está basado en la necesidad que exige el cultivo agrícola en relación con los niveles de fertilidad y los orígenes alternativos de los nutrientes vegetales. Así mismo menciona que la relación entre el nivel de fertilidad y las características de una planta varía con la especie y el tipo de nutrientes que lleva consigo. Por ejemplo, 45-67 kg de nitrógeno aplicado desde un principio a una plantación, estimulará la

producción óptima de tomates sobre un suelo mineral, mientras que este nivel nitrogenado reduciría el rendimiento del melón, como resultado de una disminución de flores.

Un adecuado programa de fertilización balanceada considera la cantidad de productos a utilizar, la adecuada época de aplicación y la correcta fuente de los productos utilizados, los cuales serán de vital importancia en la respuesta esperada del cultivo (Plantaciones Modernas, 1996).

Los programas de fertirrigación se basan en la demanda nutrimental de la planta de acuerdo a cada etapa fenológica, por lo que se deben considerar las siguientes tres premisas fundamentales para optimizar la nutrición de los cultivos en los sistemas de fertirrigación (Castellanos, 1998).

1. Análisis del suelo previo al establecimiento del cultivo
2. Conocimiento de la demanda nutrimental del cultivo a través del ciclo fenológico (para maximizar los rendimientos y la calidad), y
3. Monitoreo de la nutrición del cultivo (análisis foliar y de savia) a lo largo del ciclo de crecimiento.

El siguiente cuadro nos muestra las demandas nutricionales de las principales hortalizas para un determinado rendimiento programado.

Cuadro 2. Absorción de nutrimentos por algunas hortalizas de acuerdo a una meta estimada de rendimiento.

Hortaliza	Rendimiento o ton/ha	kg/ha de nutrimento				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
Jitomate	99	260	97	519	40	60
Pimiento	225	153	58	243	45	-
Pepino	25	101	31	195	28	-
Melón	22	73	23	131	13	-
Lechuga	50	101	34	207	-	-

Fuente: Plantaciones Modernas, 1996.

Balance Nutricional durante el Ciclo de Crecimiento de un Cultivo

Plantaciones Modernas (1996) resume el balance nutricional en la siguiente forma:

Fase	Etapas	Balance Nutricional
------	--------	---------------------

1	De desarrollo	N bajo, P elevado y K bajo
2	Vegetativa o crecimiento acelerado	N elevado, P bajo y K bajo
3	de maduración o fructificación	N bajo, P bajo y K elevado

El uso de fórmulas especiales para aplicarlas por medio de fertirrigación es una técnica que durante los últimos años se ha puesto en práctica. Para su implementación se sugiere tomar en cuenta las curvas de extracción de nutrientes, por la planta (Arcos, et al., 1998). Para algunos tipos de chile, las curvas de extracción indican que al avanzar la planta en su desarrollo, es mayor la demanda de todos los nutrientes, por lo cual deberá incrementarse la aportación de nutrientes en cada riego (Nuez et al., 1996). Estos mismos autores sugieren que la concentración de nutrientes en el agua de riego no descienda de 50-70 ppm de nitrógeno, 8-15 ppm de fósforo y 70-85 ppm de potasio.

Densidad de Siembra y Población

El chile serrano puede sembrarse tanto en forma directa en el campo, como de transplante, en siembras de almácigos se necesitan de 400 a 500 g de semilla para un almácigo de 30 m², que son suficientes para plantar una hectárea.

Emmel (1975) cita que la densidad de población se refiere al número de individuos por unidad de espacio o área. El problema de conjugar la mejor disposición genética con la más acertada densidad de población en un medio dado se plantea en la mayoría de los cultivos (Champion, 1967 citado por Fonseca, 1996).

Willey y Heat (1969) citados por García (1987) citan que la población de plantas es definida no solo en términos del número de plantas por unidad de superficie, a lo cual denominan densidad de plantas, sino también por el arreglo de estas plantas en el campo, lo cual definen como arreglo espacial o rectangularidad de plantas y concluyen a este respecto que es un error asumir que el efecto de población es expresado únicamente por la densidad de plantas.

Stoffella (1988) menciona que la población de plantas y el arreglo de plantas pueden tener una pronunciada influencia sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento comercial de muchos cultivos vegetales. Así mismo, en un documento anónimo (1955) citado por García, (1988) señala que una densidad óptima de población es aquella que da rendimientos superiores a los de cualquier otra, cuando se usa una variedad bajo condiciones de clima y de suelo definidos, esto quiere decir que es el número de plantas por unidad de superficie lo que produce el máximo rendimiento.

En estos mismos términos Rodríguez (1976), citado por Ramírez (1995) menciona que para el autor Laird (1959), bajo condiciones homogéneas de suelo, clima, especie de plantas y manejo de cultivo existe un número de plantas por unidad de superficie al cual se le denomina "población óptima" misma que produce un rendimiento máximo, señala a la vez que la población óptima en la práctica es con el menor número de plantas concentradas en una hectárea capaces de producir los rendimientos máximos por unidad de superficie.

Holliday (1960) señala que al examinar gráficamente la relación entre el rendimiento de los cultivos y el número de plantas por unidad de superficie se pueden obtener dos distintos tipos de curvas, una que toma una forma aproximadamente parabólica y otra relacionada con una curva asintótica.

Willey y Heat, (1969) citados por García, (1987) confirman lo anterior indicando que las relaciones biológicas entre densidad de plantas y rendimiento de los cultivos pueden ser asintóticas en las que los incrementos en densidad propician un máximo rendimiento y éste se mantiene constante más allá de un límite de densidad determinado, en cambio, las parabólicas son aquellas en las cuales el rendimiento tiende a un máximo pero decrece rápidamente al incrementar la densidad de plantas.

Competencia como una Implicación de la Densidad de Población

Donal (1963) citado por García (1987) indica que la densidad de población guarda una estrecha relación con el efecto de competencia, señalando además que este efecto ocurre cuando

cada uno de dos o más organismos buscan proporcionarse algún factor en particular y cuando la existencia inmediata de ese factor es inferir a la demanda conjunta de los organismos.

Rhodes (1970) citado por García (1988) define la competencia como un fenómeno que ocurre cuando dos o más individuos requieren un factor en particular y la disponibilidad de ese factor está sujeto a la demanda simultánea de los organismos. De igual manera Janick (1985) menciona que a medida que la población vegetal aumenta por unidad de superficie, se alcanza un cierto valor, en el cual cada planta comienza por competir ante determinados factores esenciales para su crecimiento tales como nutrientes, luz solar y agua.

Sakai (1961) citado por García (1988) menciona que la presión competitiva que experimenta una planta de parte de sus vecinas, depende de la distancia que las separa, es decir, que la competencia en este caso depende del espaciamiento. Así mismo Wilson y Adams (1965) citados por García (1988) indicaron que la proximidad de una planta con otra puede determinar la reducción en la disponibilidad de los factores de producción como resultado de la competencia.

Donal (1963) citado por García (1987) señala que cuando un monocultivo se encuentra en estados avanzados de crecimiento su comportamiento se ve más afectado por la densidad de población que cuando está en sus etapas iniciales y que ello se da conforme a las necesidades crecientes del cultivo como son agua, luz y nutrientes, en congruencia a como avanza a cada estación de crecimiento. Señala también que en las primeras etapas de desarrollo ocurre una relación lineal entre densidad y rendimiento, pero conforme avanza el desarrollo de la planta esta relación es sustituida por una relación curvilínea, en donde el rendimiento se eleva hasta un máximo y luego se mantiene constante o decrece, según sea el caso, dependiendo de la densidad de población usada.

Janick (1985) menciona que cuando la población se encuentra por debajo del nivel en que se presenta la competición entre plantas, el incremento de la población no tendrá efecto sobre las características de cada planta en sí, el rendimiento por unidad de superficie se incrementará en

razón directa con el incremento de la población, sin embargo, tan pronto como se presente la competición entre plantas, el rendimiento por planta experimentará una disminución.

La competencia entre plantas por efecto de la densidad de población por luz, agua y nutrientes, afecta considerablemente la producción (Edmond et al. 1981). Fersini (1979) recomienda tener mucho cuidado al determinar las distancias que deben utilizarse al sembrar o transplantar las diversas especies de hortalizas, de manera que se garantice que en el cultivo no se presentará competencia y así las plantas puedan manifestar su máximo potencial, por lo cual propone aplicar las siguientes fórmulas para conocer el número de plantas necesarias en determinado terreno, según los sistemas o arreglos que se deseen.

a) “Arreglo Cuadrado”

$$\text{Numero} = \frac{\text{Superficie}}{\text{lado X lado}} \quad \text{o bien} \quad \frac{S}{L^2}$$

b) “Arreglo Rectangular”

$$\text{Numero} = \frac{\text{Superficie}}{\text{lado mayor X lado menor}} \quad \text{o bien} \quad \frac{S}{l_m \times L_m}$$

c) “Arreglo en séptimo” (Triángulo equilátero)

$$\text{Numero} = \frac{\text{Superficie}}{\text{lado X lado X } 0.8666} \quad \text{o bien} \quad \frac{S}{L^2 \times 0.8666}$$

d) “Arreglo en quinto” (Triángulo isósceles)

$$\text{Numero} = \frac{\text{Superficie}}{\text{lado X lado: } 2 \times 1.732} \quad \text{o bien} \quad \frac{S}{1/2 L^2 \times 1.732}$$

En cuanto a la densidad de población, el promedio es de 36,000 plantas por hectárea, en surcos separados 92 centímetros entre sí y una separación entre plantas de 25 ó 30 centímetros para la región de Tamaulipas (Pozo y Bujanos, 1980).

Resultados de Investigación sobre Acolchado, Fertirrigación y Densidades de Siembra en el Cultivo de Chile

La cosecha se realiza tradicionalmente en forma manual, mencionando Pozo y Bujanos (1980) que el primer corte o “calentona” se realiza aproximadamente de 100-120 días después de la siembra, el resto de los cortes se hacen generalmente a intervalos de 10-12 días. En cultivos desarrollados en buenas condiciones el número de cortes económicamente redituables puede llegar a diez.

Montes y Tello (1991) citados por Cortés (1992) mencionan que las plantas de chile serrano se caracterizan por tener bajos rendimientos en el primer y segundo corte en la región de Nuevo León, lo cual corroboraron en un estudio al observar que se tiene un incremento de producción ascendente del primero al cuarto corte descendiendo en el quinto corte.

Ramírez (1989) determinó que los materiales comerciales de chile serrano Tampiqueño 74, Pánuco y Altamira requirieron de 88, 78, y 81 días a floración registrando una altura de 57, 46 y 64 cm y un rendimiento de 7.42, 15.87 y 12.54 ton/ha respectivamente, así mismo menciona que el rendimiento promedio nacional es de 11 ton/ha.

Ibarra (1991) señala que utilizando películas plásticas en el cultivo de pimiento morrón obtuvo incrementos en el rendimiento de hasta 102% y un adelanto a la cosecha de hasta 19 días todo esto con respecto al testigo.

Ibarra y Rodríguez (1991) al trabajar con el cultivo de chile “Anaheim” bajo condiciones de acolchado (PVC negro opaco de 50 micras) y cuatro densidades de población: 27,174, 36,232, 45,290, y 54,348 plantas por hectárea que correspondieron a los marcos de plantación de: 0.92 x 0.40 m, 0.92 x 0.30 m, 0.92 x 0.24 m y 0.92 x 0.20 m respectivamente, utilizando una fórmula de fertilización de 100-50-00 de NPK y riego por gravedad, encontraron que el mayor rendimiento de los tratamientos acolchados correspondió a la densidad de 45,290 plantas/ha, con 54.904 ton/ha, lo que significa un incremento en la producción de 18.396 ton/ha (50.4%) en relación con el mejor de los testigos que la densidad 4. Así pues, al agrupar los datos de rendimiento para el factor

“densidad”, observaron que a medida que se incrementó el número de plantas por hectárea en los tratamientos testigos, dicho carácter también fue en aumento, desde 28.287 hasta 36.508 ton/ha, lo que significa una respuesta positiva del estudio al número de plantas/ha.

Alonso (1996) en un ensayo realizado con 5 materiales de chile serrano (Tampiqueño 74, Ebano Gigante, Paraíso, Hidalgo y una Línea Experimental) bajo condiciones de acolchado, y un distanciamiento entre surcos de 1 m y entre plantas de 0.20 m, menciona que tuvo un rendimiento de 7.4 ton/ha para la línea experimental mostrándose así como el mejor de los materiales y superando en 19% a Hidalgo que fue el de menor producción con 5.9 ton/ha. En lo referente a altura de plantas, Tampiqueño 74 registró la mayor altura con 60 cm, siendo Hidalgo el de menor altura registrada con 35 cm.

Jollife y Gaye (1995) trasplantando plantas de pimiento sobre camas cubiertas con polietileno negro a densidades de población de 1.4, 1.9, 2.8, 5.6 y 11.1 plantas/m² observaron entre sus resultados que el acolchado y las densidades altas de población incrementaron significativamente el rendimiento total de fruto. El rendimiento por unidad de área se incrementó al aumentar la densidad de población. Observaron que ocurrió un efecto significativo de tratamientos sobre el crecimiento, pero en la interacción entre acolchado y densidad de población no fue significativa. Analizando el crecimiento funcional se percibe que el acolchado incrementó los índices de follaje mientras que las altas densidades de población disminuyeron los índices de crecimiento, sin embargo, ambos tratamientos promovieron la acumulación de biomasa por unidad de área. Para los componentes de rendimiento se indica los efectos del acolchado contribuye significativamente sobre la variación del rendimiento. El número de nudos fue el componente más importante del rendimiento, tanto que influyó en los demás componentes que mostraron alta respuesta a la densidad de población.

Lozano (1991) trabajando con cuatro dosis de fertilización nitrogenada aplicadas al suelo (100, 140, 180 y 220 UN) y tres fertilizantes foliares en el cultivo de chile serrano Tampiqueño 74 y teniendo un marco de plantación de 0.90 m entre surcos y 0.50 m entre plantas, lo que equivale a

22,222 plantas/ha encontró que el tratamiento de 140 UN + 2 kg de cosmocel 20-30-10 (fertilizante foliar) resultó ser el e mejor rendimiento con 2.52 kg/parcela (9.45 m²). Para altura de planta el mejor tratamiento fue el de 140 UN + Agro-K presentando una altura de 49.52 cm. En las variables de longitud y diámetro de fruto no se encontraron efectos muy marcados.

Frontela y Morejon (1988) al investigar la influencia del fraccionamiento de la dosis de nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo del pimiento (var. Medalla de Oro) encontraron que aplicando 207 kg de nitrógeno por hectárea, fraccionando un 25% en la siembra, 50% entre los 40 y 45 días después de la siembra y el último 25% se aplicó a los 70-75 días después de la siembra, mas 100 kg de P₂O₅ y 161 kg de K₂O, ambos aplicados en la siembra incrementaron la producción en 24.83 ton/ha.

Belichk (1989) trabajando con diferentes dosis de fertilizantes minerales en plantas de chile en campos nuevos, encontró que todos los tratamientos desde 0 hasta 320 kg/ha de N, P, K incrementaron el número y peso de los frutos y que las mejores dosis fueron: 320-320-80 ó 320-320-60 kg/ha de NPK.

Jules y Laford (1981) buscaron establecer la dosis óptima de fertilización en pimiento dulce (Var. Lamuyon) encontrando que la mejor dosis para este cultivar fue 220 UN, 100 U de P₂O₅ y 350 U de K₂O por hectárea más 60 unidades de Mg.

Bacópulos (1975) citado por Ventura (1994) en ensayos con chile ancho utilizó las fertilizaciones 40-30, 80-60, 120-90, y 160-20 en combinación con las densidades de plantación de 92-20-1, 92-20-2, 92-40-1, y 92-40-2 reportando que los resultados mostraron que la mejor densidad fue la de 92-20-1 equivalente a más de 50,000 plantas/ha y la mejor dosis fue de acuerdo a la fórmula 120-90.

Añez y Tavira (1993) reportan que la altura total de las plantas de pimentón sin fertilización nitrogenada fue mayor a las más altas poblaciones empleadas (125,000 plantas/ha) y que con fertilización nitrogenada de 150 a 450 kg de N/ha, hubo la tendencia a aumentar las alturas de las plantas hacia las poblaciones intermedias, especialmente con 31,250 plantas/ha. También

mencionan que sin aplicación de Nitrógeno el diámetro del tallo fue superior con las mayores distancias entre hileras y que con las mayores distancias entre plantas (0.4 m) los diámetros aumentaron linealmente con los incrementos de las dosis de Nitrógeno de cero hasta 450 kg/ha, y que con las menores distancias entre plantas (0.2 m) los diámetros disminuyeron también linealmente con los incrementos de los niveles de Nitrógeno aplicados. En cuanto a rendimientos reportan que se promediaron 10.14, 9.97, 10.25 y 9.09 ton/ha para 0, 150, 300 y 450 kg de N/ha. Sobre esta misma variable observaron que los rendimientos aumentaron a medida que se acortaron las distancias entre hileras y que se presentó una ventaja de la distancia mayor entre plantas (0.4 m) sobre la menor (0.2), lo cual les sugiere, que al menos bajo los límites y condiciones de su estudio, el pimentón pareció responder a la rectangularidad ($DP_{0.4\text{ m}}/DH_{0.4\text{ m}}$) en sus distancias de plantación.

Sharisvastava (1996) al aplicar tres dosis de fertilización (200-150-150, 250-200-200, y 300-250-250 kg/ha respectivamente) y tres separaciones entre plantas (60 x 40, 60 x 50 y 60 x 60) en el cultivo de chile dulce, encontró que el mayor número de frutos/planta (10.66), peso fresco/fruto (128 gr), rendimiento/planta (637.5 gr) y rendimiento por hectárea (92.95 q/ha) fueron observados con la fórmula (250-200-200) y que el número de frutos/planta, peso fresco del fruto, rendimiento/ha y rendimiento/planta disminuyó al aumentar la separación entre plantas.

Bracy et. al. (1995) al trabajar durante dos años para determinar la dosis óptima de N para fertirrigar el pimiento compararon tres dosis de N y dos distancias entre plantas: 90, 180, 270 kg de N/ha y distancias de 30 y 40 cm respectivamente, así como dos índices de riego, el óptimo y el 2X óptimo, obteniendo los siguientes resultados: las plantas tratadas con el índice óptimo de riego produjeron un rendimiento total y número de frutos más altos que las irrigadas con el índice 2X óptimo, las dosis de N tuvieron un efecto lineal sobre el rendimiento y tamaño del fruto durante el primer año de estudio, pero no para el segundo. En el segundo año, las plantas separadas a 30 cm tuvieron un rendimiento y número de frutos mayor que las separadas a 40 cm.

Machanda et. al. (1987) reportan que en ensayos con *Capsicum* cv California Wonder con marcos de plantación de 45 x 20, 45 x 30 y 45 x 40 cm y aplicando 40, 80 120 y 160 kg de N/ha, observaron que bajo la mayor densidad de población y la dosis de nitrógeno más alta se registró el mayor rendimiento (115.4 q/ha) y la calidad de frutos fue mejor.

Locascio y Stall (1994) realizaron un estudio durante dos años con el objetivo de evaluar el efecto del espaciamiento entre plantas, arreglo de los surcos y aplicación de N sobre la producción de frutos de *C. annuum* cv. Keystone Resistant Giant. Las plantas se cultivaron en un suelo arenoso despejado recientemente, las dimensiones de camas fueron de 1.22 y 1.83 m con 1,2 y 3 hileras de plantas con acolchado con polietileno negro, también se tuvo dos espaciamientos entre plantas y dos índices de N. La producción comercial fue similar en los dos años pero el rendimiento/planta se incrementó en 30% con el espaciamiento entre plantas de 0.31 m en comparación con el de 0.23 m. Aun con 33.3% más de plantas/ha con este último espaciamiento en surcos, el rendimiento fue similar en ambos espaciamientos. El rendimiento por planta también varió con el arreglo de surcos y fue 50% mayor en camas de 1.22 m con una sola hilera en comparación con las camas de 1.22 con dos hileras de plantas y camas de 1.83 con tres hileras. La población de plantas fue el doble con estos dos últimos arreglos (53,818 plantas/ha) en comparación al anterior arreglo (25,909 plantas/ha) con 0.31 m de espacio entre plantas. De esta manera, comparando el rendimiento total entre poblaciones de plantas el rendimiento fue significativamente mayor en las poblaciones más grandes. En las camas de 1.83 m y tres hileras de plantas, el rendimiento de fruto comercial/planta fue 19% menor para plantas cultivadas en la hilera del centro. La concentración de N en el tejido de las hojas fue mayor para 224 que para 135 kg de N/ha, pero el rendimiento no estuvo influenciado por las dosis de N.

Singh y Naik (1990) reportaron que al trabajar durante dos años de con pimiento, cultivar Arka Gaurautras, trasplantado a 30, 40 y 50 cm de separación entre plantas y 50 cm entre surcos y una aportación de 50, 100, 150 y 200 kg de N/ha, la respuesta más alta en cuanto a rendimiento se

refiere se obtuvo con el espaciamiento 40 x 50 y con la aplicación de 50 kg de N y 150 kg de P_2O_5 /ha.

Russo (1991) evaluó durante dos años el *C. annuum* var. *annuum* cv. Pip bajo condiciones de trasplante a 31 y 46 cm de espaciamiento sobre suelo desnudo y riego por goteo programado en dos veces por semana y con una dosis base de fertilización de NPK aplicada por cualquiera de los siguientes programas: 1) aplicación antes de plantar, 2) en pretrasplante y cuando se presentaron las primeras flores, y 3) en pretrasplante, cuando se presentaron las primeras flores y después de la mitad de la cosecha. Antes de que el rendimiento descendiera significativamente se aplicó fertilizante adicional excediéndose así a la dosis base. Se determinó la concentración de 12 elementos en tejidos de hojas y frutos a través de la estación de crecimiento. La fertilización base que se dividió en tres partes para su aplicación incrementó el rendimiento total sobre los otros tratamientos. Las plantas espaciadas a 46 cm tuvieron el mayor rendimiento total y comercial en un año en comparación a la distancia de 31 cm. La interacción de los tratamientos de fertilización y espaciamiento entre plantas no tuvo efecto sobre el rendimiento total. En un año, cuando se aplicó fertilizante adicional las plantas espaciadas 31 cm proporcionaron más rendimiento comercial que las espaciadas 46 cm. Los niveles de nutrientes en hojas y frutos no mostraron respuesta a los tratamientos de fertilización y/o espaciamiento. Los resultados mostraron también que el nivel de fertilización base aplicado en pretrasplante fue suficiente para sostener la producción de fruto comercial.

Manchanda (1988) al trabajar con pimiento en suelo arenoso estudió los efectos de la aplicación de dosis de N (0, 40, 80, 120 y 160 kg/ha) y espaciamiento entre plantas (45 x 20, 45 x 30 y 45 x 40 cm). Las plantas recibieron además una dosis básica de P_2O_5 y K_2O (de 50 kg/ha de cada uno), el N se dividió en tres partes iguales para su aplicación suministrando una al momento de la plantación, la segunda 30 días después y la tercera en la etapa de floración, obteniendo que la altura de plantas, el número de ramas primarias/planta y el área de las hojas fue mayor con la menor densidad de plantación. El número de frutos/planta y la longitud del fruto se incrementó al

disminuir la densidad de población, pero el rendimiento de frutos descendió. Con el marco de plantación de 45 x 20 cm se registró el más alto rendimiento de fruto (90.69 q/ha), al aumentar el nivel de N se incrementó la altura de la planta, número de ramas primarias/planta, área foliar, número de frutos/planta, largo y ancho del fruto y rendimiento de frutos. El nitrógeno a razón de 160 kg/ha proporcionó el más alto rendimiento de fruto (115.4 q/ha).

Batal y Smittle (1981) observaron que el rendimiento comercial de pimiento fue significativamente menor con poblaciones de 27,000 plantas/ha en comparación al obtenido con 40,000 y 60,000 plantas/ha, con espaciamientos estrechos dentro de surcos el incremento solo se manifestó en camas con dos surcos, no siendo así en camas con tres. Observaron también que la producción de frutos de tamaño largo fue menor en la menor densidad de población.

Sundstrom et. al (1984) reportaron un incremento sobre el rendimiento en la cosecha mecánica de chile Tabasco cuando se redujo la distancia entre plantas dentro de líneas de 81 cm (8,200 plantas/ha) a 10 cm (65,000 plantas/ha). Así mismo indican que al incrementar las dosis de N, el diámetro y altura de la planta aumenta significativamente y que al disminuir la distancia entre plantas el diámetro se ve igualmente disminuido.

Stofella (1988) trabajando con pimiento California Wonder plantado a distancias de 13, 25, 38 y 51 cm entre plantas en dos surcos por cama dejando al emerger 1, 2, y 3 plantas por golpe, obteniéndose así densidades de población de 21,527 hasta 258,328 plantas/ha, encontró que el diámetro de tallo generalmente disminuyó mientras que la altura de plantas se incrementó en respuesta a la mayor densidad de población, de la misma forma, poblaciones altas produjeron mayor masa de raíz en relación a poblaciones inferiores. Por otro lado, el rendimiento de fruto comercial/ha se incrementó linealmente en respuesta al aumento de la población, en tanto que el peso y número de frutos por planta disminuyó, pero el tamaño de frutos (g/fruto) no se vio afectado. Esta observación sugiere que el mayor rendimiento comercial por hectárea obtenido en altas poblaciones de plantas es atribuido a una mayor cantidad de plantas con un número inferior de frutos de tamaño similar.

Everett y Subramanya (1983) reportaron que en 2 de 3 experimentos realizados, el rendimiento comercial de pimiento se incrementó con la disminución del espaciamiento entre plantas de 30 a 10 cm.

Lorenzo et. al. (1995) reportan que en un estudio realizado con pimiento, las mayores densidades de población interceptan más eficientemente la radiación traduciéndose esto en un mayor rendimiento total (6.13 comparado con 4.78 kg/m²), mayor rendimiento comercial así como mejor calidad de los frutos.

Leskovar et. al. (1995) establecieron experimentos en Texas durante dos años con dos genotipos de *Capsicum annuum* resistentes a virus, TAM- Mild Jalapeño 1 y TAM Veracruz con trasplante y siembra directa y bajo dos sistemas de riego: por flotación (en Florida) y riego aéreo (en Texas), utilizando además tres distancias entre plantas (10, 20 y 30 cm). En el primer año, en la evaluación a los 20 días después del trasplante reportan que el porcentaje de plantas que no se vio afectado por el shock de trasplante fue significativamente más alto en los trasplantes de Florida (87 %) que en los trasplantes de Texas (77%). También hubo efecto en cuanto a cultivares, resultando el cultivar Veracruz con menor número de plantas afectadas(13%) comparado con el Tam-Mild Jalapeño (25%) Los trasplantes tuvieron los promedios de rendimiento total mas altos (17.2 ton/ha) comparados con la siembra directa (5.5 ton/ha). En general Veracruz tuvo los rendimientos más altos en los dos años, pero el rendimiento total decreció linealmente con el incremento de la distancia entre plantas.

Motsenbocker (1996) reporta que al espaciar el chile Pepperocini a 7.5, 15, 22.5 y 45 cm durante dos años de estudio, encontró que en el primer año, con la separación de 15 cm se presentaron plantas con tallos y hojas más pequeñas mientras que en las menores densidades de población fue lo contrario. En cuanto a rendimiento total y número de frutos/ha los valores más altos se presentaron en plantas cultivadas a 7.5 cm de separación, pero el rendimiento de frutos por planta fue menor. Durante el segundo año, las plantas hojas y tallos más pequeños se presentaron en las plantas espaciadas a 7.5 cm mientras que las de mayor tamaño se presentaron en las plantas

separadas a 45 cm. Las plantas cultivadas en los espaciamientos más estrechos produjeron los rendimientos más bajos de fruto total por planta pero mayor número de frutos por hectárea. En general plantas cultivadas en espacios más reducidos produjeron las plantas, tallos y hojas más pequeños, más sin embargo registraron los más altos rendimientos y mayor número de frutos/ha, así como también los más bajos rendimientos de fruto/planta.

Gowde et. al. (1990) reportan que plantaron el pimiento cv. California Wonder con tres espacios dentro de surcos 40, 50 y 60 cm, obteniendo densidades de población de 40,000, 50,000 y 60,000 plantas/ha. En el espaciamiento de 60 cm entre plantas se presentó el mayor número de frutos/planta (7.83), rendimiento de fruto/planta (340.40 gr./planta) y contenido de ácido ascórbico (124.27 mg/100 gr de fruto verde) el mayor rendimiento de fruto (159.62 q/ha) se obtuvo con 50,000 plantas/ha, este rendimiento no fue significativamente diferente al obtenido con 60,000 plantas/ha (158.35 q/ha).

Unander et. al. (1991) mencionan que al cultivar las densidades de población de 35,878 (índice convencional para Puerto Rico), 53,818 y 71,757 plantas/ha de chile dulce y pimiento, podando después de la cuarta cosecha dos repeticiones para un segundo cultivo, la densidad de plantación afectó el rendimiento pero no el tamaño del fruto, y que doblando el número de población el rendimiento se incrementó 12-40%. El rendimiento total después de la poda fue 25-100% mayor que antes de haber realizado esta práctica.

Petrevska (1993) estudió los espaciamientos de 5-25 cm²/planta ó 2000-4000 plantas/m² sobre la calidad de trasplantes de *Capsicum annuum* L. cv. California Wonder y determinó que el espaciamiento más amplio (25 cm²/planta) dio los mejores trasplantes, pero la densidad de población de 620-800 plantas/m² fue la de mejor producción.

Sigarreta et. al. (1992) evaluaron en *Capsicum* cv California Wonder dos distancias entre surcos (80 y 160 cm) y tres entre plantas (15, 22.5 y 30 cm) dejando una y dos plantas por golpe para un total de 12 diferentes poblaciones de plantas entre los rangos de 41,666 a 166,700 plantas/ha. El rendimiento se clasificó en 6 categorías: calidad de exportación, primera, segunda y

tercera clase, comercial y total. El rendimiento de frutos de primera clase fue de 23 ton/ha y el rendimiento total de 45.51 ton/ha registrados con los espaciamientos de 15 cm y una planta por golpe (83,333 plantas/ha). La distancia entre surcos no tuvo efectos significativos sobre los diferentes rendimientos. El menor rendimiento de frutos de primera clase se registró con la densidad de 41,666 plantas/ha (16.48 ton/ha).

Singh y Naik (1990) reportaron que al trabajar durante dos años de con pimienta, cultivar Arka Gaurautras, trasplantado a 30, 40 y 50 cm de separación entre plantas y 50 cm entre surcos y una aportación de 50, 100, 150 y 200 kg de N/ha, la respuesta más alta en cuanto a rendimiento se refiere se obtuvo con el espaciamiento 40 x 50 y con la aplicación de 50 kg de N y 150 kg de P_2O_5 /ha.

Decoteau y Graham (1994) evaluaron el efecto de la densidad de plantación en función del espacio entre plantas dentro de surcos y número de surcos por cama sobre el crecimiento, rendimiento y distribución de frutos de *C. annuum* var. *annuum* cv. Caroline Cayene durante dos años de estudio en suelo Paleudults. En el primer año se evaluaron en surco individual las distancias de 15, 30, 45 y 60 cm, y en el segundo año se evaluaron los espaciamientos de 15, 30 y 60 cm en surco simple y doble. Las densidades de población de estos espaciamientos estuvieron sobre los rangos de 11,100 a 44,400 y 11,100 a 88,900 plantas/ha respectivamente. En el primer año las plantas cultivadas en la mayor densidad (15 cm = 44,400 plantas /ha) produjeron menos frutos/planta pero más frutos/ha que las cultivadas en densidades inferiores. En el segundo año el rendimiento con cualquiera de los espaciamientos de 15 cm en surcos individuales y 30 cm de espaciamiento en dos surcos por cama (ambos con 44,400 plantas/ha) fue mayor que el de otros espaciamientos. En general, los frutos de menor peso se localizaron en la parte inferior de la planta y en densidades de población altas.

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Sitio Experimental

El ensayo se realizó en el Campo Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), en el departamento de Agrolásticos. El CIQA se ubica al noreste de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, dentro de las coordenadas geográficas 25° 27' latitud Norte y 101° 02' longitud Oeste, a una altitud de 1,610 msnm.

Clima del Lugar

El clima se define como seco estepario, templado con veranos cálidos, la temperatura media anual varía entre los 12 y 18°C, y la del mes más caluroso 18°C, presenta un régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno. La precipitación media anual es de 365 mm. Siendo los meses que presentan mayor precipitación los comprendidos entre Julio y Septiembre. La evaporación promedio mensual es de 178 mm, reportándose la más alta en los meses de Mayo y Julio con 236 y 234 mm respectivamente.

La fórmula climática es BSok (x')(e') de acuerdo a la clasificación de Köepen, modificada por García, (1988).

Suelo

Los suelos del lugar de acuerdo a con Navarro (1985), son de origen aluvial, medianamente ricos en materia orgánica, ligeramente alcalinos (pH de 7.4 a 7.8), y textura arcillo-limosa.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Se tuvieron dos factores en estudio: (A) con 2 niveles de fertilización, correspondientes a la parcela grande y (B) con 3 distanciamientos entre plantas asignados a la parcela chica y 4 repeticiones para un total de 24 unidades experimentales. Los tratamientos fueron los siguientes:

Cuadro 3 Distanciamientos entre plantas, dosis de fertilización y densidades de población en los tratamientos evaluados

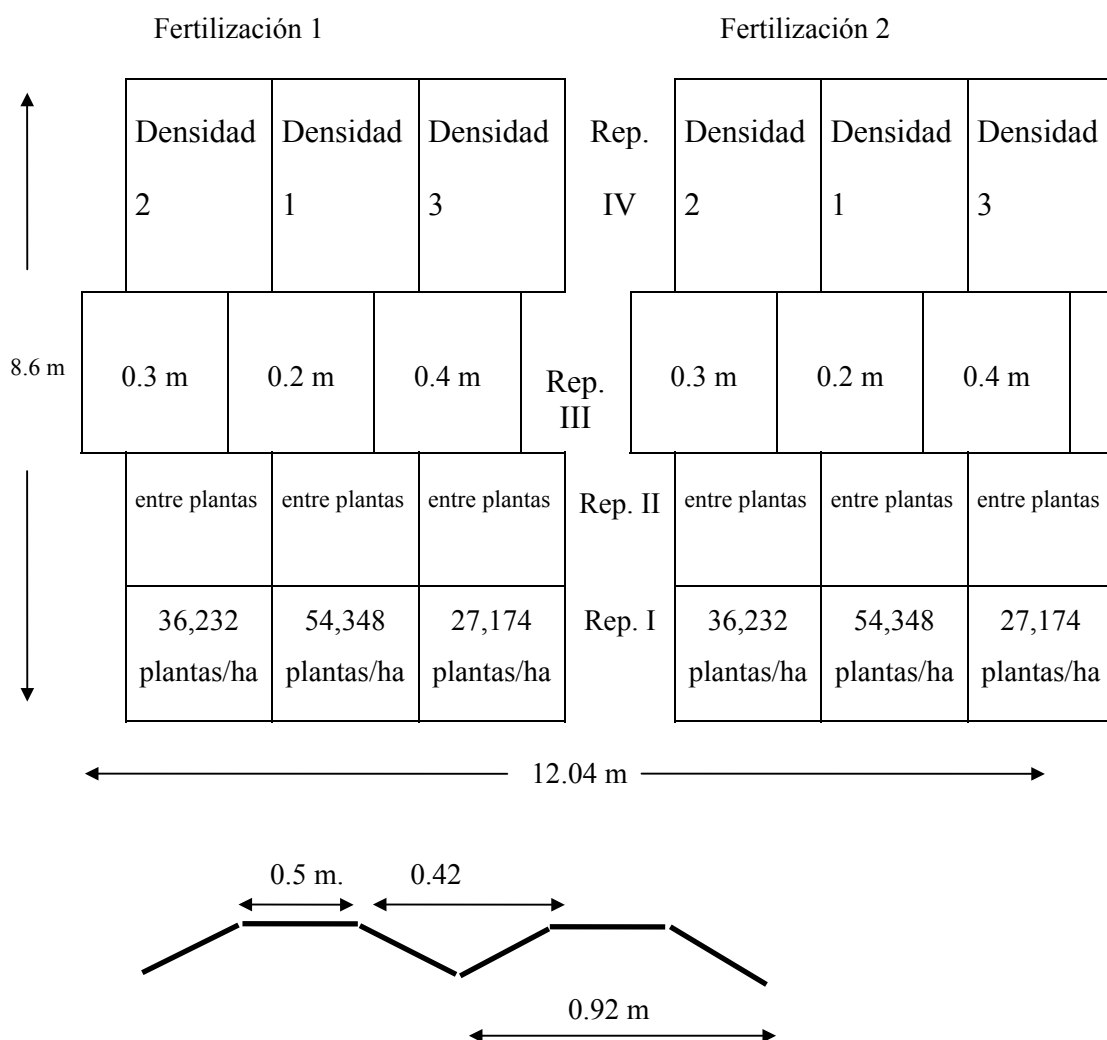
Tratamiento	Nombre	Fertilización kg/ha de NPK Factor A	Distancia entre plantas Factor B	Densidad de población plantas/ha
T1	A ₁ B ₁	240-137-252	40 cm	27,174
T2	A ₁ B ₂	240-137-252	20 cm	54,348
T3	A ₁ B ₃	240-137-252	30 cm	36,232
T4	A ₂ B ₁	240-121-203	40 cm	27,174
T5	A ₂ B ₂	240-121-203	20 cm	54,348
T6	A ₂ B ₃	240-121-203	30 cm	36,232

Para definir los tratamientos de fertirrigación se tomaron como base las dosis de fertilización diaria/ha recomendadas para pimiento en Culiacán, Sinaloa (F1) y HAIFA QUIMICA (F2) para chile desarrollado al aire libre, aplicándose el 50% de la fertilización 1 y el 75% de la fertilización 2 (F1 y F2 respectivamente). Se estableció utilizar solo parte de ambas fertilizaciones ya que éstas son solo guías generales y no se deben de utilizar sin recomendaciones locales, variedad y manejo del cultivo, tipo de suelo, clima, rendimiento anticipado y otros factores relevantes, además de que en Sinaloa e Israel utilizan fertilizaciones mucho más altas que para esta región además de establecer sus cultivos solo con riego por goteo pero no con acolchado de suelos, así como también.

Las fuentes de fertilizante utilizadas fue nitrato de amonio (33.5% N), nitrato de potasio (44% K₂O) y ácido fosfórico (85% P₂O₅).

En cuanto a las distancias entre plantas, se determinaron 20, 30 y 40 cm ya que solo se contaba con poca semilla, por lo que no se alcanzaban a explorar otras distancias.

En la siguiente Figura se presenta un croquis que ilustra la manera en que estaban distribuidos los tratamientos.



Establecimiento del Experimento

Siembra del almácigo

El almácigo se sembró el 24 de Marzo, 1998, utilizando charolas de poliestireno de 200 cavidades y peat moss como sustrato, el almácigo se mantuvo en invernadero para favorecer las condiciones climáticas que ayudaran a un mejor desarrollo de la plántula.

Las actividades realizadas en el transcurso de la siembra del almácigo hasta que la plántula estuvo lista para el trasplante fueron las de mantener las condiciones de humedad y sanidad necesarias para que su desarrollo fuera sano y vigoroso, asegurando un buen establecimiento después del trasplante que se realizó a los 58 días de haber sembrado el almácigo.

Material Vegetativo

El material vegetativo utilizado para el desarrollo de este trabajo fue chile tipo serrano Híbrido Máximo, semilla proporcionada por Shamrock Seed Co., con un 90% de germinación, una pureza del 99% y un contenido de aproximadamente 64,740 semillas por libra. Este material es de muy alto rendimiento y uniformidad, el fruto es verde oscuro brillante y mide de 5 a 7 cm. Sus pedúnculos flexibles limitan el daño a la planta durante la cosecha, se presta para el mercado fresco, procesado y enlatado. Comparando variedades de polinización abierta, el Serrano Máximo, produce plantas poco más altas, robustas y con buen follaje, establece su fruto inicial hasta dos semanas más temprano y es capaz de una producción total mucho más alta.

Preparación del Terreno

La preparación del área de trabajo se realizó con las prácticas ya conocidas. Primeramente se dio un barbecho con arado de discos a una profundidad de 35-40 cm, enseguida se dio un paso de rastra en forma cruzada para desmenuzar los terrones y dejar el terreno bien mullido quedando así en buenas condiciones para iniciar con la formación de camas.

Delimitación del Terreno

Esta práctica consistió en la formación de un rectángulo clavando estacas de madera de aproximadamente 40 cm en las esquinas del terreno donde se estableció el experimento. El 8 de Mayo se delimitaron dos parcelas grandes de 8.6 x 12.04 m para cada una de las fertilizaciones, quedando de esta manera un área total de 207.08 m².

Las camas se levantaron a una altura de 15-20 cm en forma manual utilizando para ello azadón, la distancia entre ellas fue de 0.92 m de centro a centro, que fue donde se colocaron las hileras de plantas. El largo de la cama fue de 3.8 m, constando de dos camas cada unidad experimental (6.99 m²), tomándose solo una de ellas como parcela útil con un total de 19, 12 y 9 plantas para cada una de las distancias entre planta utilizadas (20, 30 y 40 cm respectivamente).

Instalación del Sistema de Riego

Se utilizó cintilla de riego T-Tape con goteros cada 20 cm y un gasto de 490 litros por hora por cada 100 metros lineales de cinta a una presión de operación de 8 psi. Con el fin de poder efectuar el riego y la fertilización del cultivo, se colocaron una línea de riego por hilera de planta a una separación de 5 cm de las hileras de plantas, posteriormente las cintas fueron conectadas a un poliducto hidráulico de 1 pulgada mediante un “tubing” y conectores de tipo “omni”. El poliducto se conectó a un hidrante y mediante válvulas de esfera de 1 pulgada de diámetro se suministró el agua al cultivo. Esta práctica se realizó el 20 de Mayo.

Los riegos se realizaron cada tercer día a partir del trasplante y en él se aplicaba el fertilizante, el cual se diluía previamente en una cubeta, para posteriormente aplicarse mediante un venturi a cada parcela grande.

Acolchado de suelo

El acolchado se realizó manualmente el día 11 de Mayo, consistiendo en cubrir la cama con una película de plástico negro calibre 150. El ancho del plástico fue de 1.20 m sujetándolo con tierra primeramente en la cabecera de las camas y posteriormente a los costados. Esta práctica se

recomienda hacerla en días completamente soleados y sin viento para que el plástico alcance su mayor elasticidad y así evitar que sea levantado por el mismo.

El plástico se perforó al centro de las camas, la separación entre perforaciones correspondió a cada una de las distancias entre plantas (20, 30, y 40 cm) evaluadas, la perforación se realizó con tubos de 2 pulgadas de diámetro, mismos que se calentaron previamente para que quedara sellada la perforación, evitando de esta manera el rasgado de la película.

Trasplante

La planta utilizada fue chile serrano híbrido Máximo de la casa comercial Samrock Seed Co. Esta actividad fue realizada el 22 de mayo de 1998.

Primeramente se aplicó un riego hasta capacidad de campo, en el cual se aplicó un fungicida (PCNB) y una vez que se tenía el suelo bien mojado se hicieron unos hoyos de aproximadamente 10 cm de profundidad en cada una de las perforaciones del plástico depositándose posteriormente una planta en cada perforación. Las plantas tenían una altura de 15-20 cm aproximadamente, su apariencia era sana y vigorosa.

Manejo del cultivo

Riegos

Se aplicó el riego cada tercer día con una duración de aproximadamente 3 horas al inicio del ciclo y conforme fue avanzando el cultivo en su desarrollo se incrementó el tiempo de riego si el suelo o la planta lo requerían, esto se determinaba visualmente.

Fertilización

La fertilización se aplicó de acuerdo a las necesidades del cultivo según sus etapas de desarrollo. Los fertilizantes fueron aplicados en su totalidad por el sistema de riego, esto es, que no se realizó una fertilización de fondo. Para los diferentes tratamientos se fraccionó la dosis como lo indican los programas en los cuadros 4 y 5, especificándose los fertilizantes utilizados, la cantidad de cada uno de ellos y los días en que se mantuvo la aplicación de la fracción de cada dosis.

Cuadro 4. Programa de fertilización para los tratamientos que llevaron el nivel de fertirrigación 1 (F1), dosis utilizada en Culiacán, Sinaloa: (240-137-252 kg/ha de NPK).

Días después del Transplante	Duración del período	Fertilizantes kg/día/ha		
		Nitrato de amonio	Acido fosfórico	Nitrato de potasio
11-30	20	2.049	2.019	1.999
31-50	20	2.699	1.439	2.999
51-75	25	3.249	1.439	3.249
76-final	48	3.969	0.7195	5.000
Total en el ciclo kg/ha	143	485.811	161.270	571.229

Cuadro 5. Programa de fertilización para los tratamientos que llevaron el nivel de fertirrigación 2 (F2), dosis recomendada por Haifa Química para chiles crecidos en el campo al aire libre (229-121-203 kg/ha de NPK).

Días después del Trasplante	Duración del período	Fertilizantes kg/día/ha		
		Nitrato de amonio	Acido fosfórico	Nitrato de potasio
0-10	10	2.701	0.946	3.066
11-30	20	2.701	2.639	3.066
31-50	20	2.701	2.204	4.424
51-75	25	4.027	1.409	3.576
76-105	30	3.352	0.000	3.066
106-final	48	3.352	0.000	2.039
Total en el ciclo kg/ha	153	497.235	141.582	459.793

Deshierbes

Los deshierbes fueron realizados en forma manual eliminando únicamente la maleza presente en los orificios donde se encontraban las plantas y en los pasillos entre camas, esta actividad se efectuó solo cuando fue necesario.

Control Fitosanitario

Para prevenir y controlar la infestación de plagas y enfermedades en el cultivo, se realizaron diversas aplicaciones preventivas y algunas veces curativas de agroquímicos durante el ciclo del cultivo. Las plagas de mayor incidencia fueron: minador de la hoja y pulgón. Con lo que respecta a enfermedades no se detectó alguna que afectara en forma drástica al cultivo

Cuadro 6. Calendario de aplicación de agroquímicos

Producto	Dosis g ó ml/mochila	Fecha
Cupertron	51	5-06-98
Metox 900	5	
Bionex	30	
Trigard	8	22-06-98

Lazer 600	50	
Mancozeb	45	
Bionex	30	
Perfecktion	50l	30-06-98
Prozycar	25	
Bionex	30	
Agrimec	7	17-07-98
Bionex	30	
Agresor	75	24-07-98
Bionex	30	
Mancozeb	100	
Permetrina	50	5-08-98
Bionex	30	
Disparo	50	18-08-98
Trigard	12	
Bionex	30	
Disparo	45	27-08-98
Aflix	30	
Daconil	40	
Inex	10	

Variables Evaluadas

Para evaluar el efecto que tuvieron los factores en estudio se tomaron diferentes mediciones y para hacer más funcional y facilitar el registro de datos se seleccionaron 3 plantas al azar por cada unidad experimental, cada planta se identificó con una paleta de plástico etiquetándola con su respectivo número de planta, de repetición y nivel de fertirrigación. Estas plantas sirvieron para las evaluaciones de altura de planta, diámetro de tallo, cobertura, longitud y diámetro de frutos y número de frutos por planta

Altura de Planta

Para esta variable se realizaron tres muestreos, a los 30, 45 y 60 días después del trasplante. La altura se tomó a partir de la base del tallo y hasta la parte más alta de la planta que correspondió al último brote apical, utilizándose para esto cinta métrica y reportándose los datos en centímetros.

Diámetro del Tallo

Esta evaluación se realizó en las mismas fechas y plantas que se utilizaron para la altura de planta, utilizándose un vernier y tomándose la lectura a aproximadamente 3 cm sobre la superficie del suelo, la lectura se reportó en centímetros.

Cobertura

Para determinar la cobertura se tomaron dos medidas en la parte aérea de la planta, una correspondiente a lo largo de la planta y la otra a lo ancho, posteriormente estos datos fueron procesados en la ecuación que determina el área de una elipse para obtener el área de una superficie elíptica dado que la cobertura de la planta se considera como tal.

$$\text{Area de una Elipse} = \pi ab$$

$$\text{donde: } \pi = 3.1416$$

$$a = \text{radio del largo}$$

$$b = \text{radio del ancho}$$

Longitud y Diámetro del Fruto

De las tres plantas seleccionadas en cada unidad experimental se escogieron tres frutos al azar por planta a los cuales se les midió el largo del fruto tomándose esta medida desde la base del cáliz hasta la punta del fruto, para tomar la lectura se utilizó una regla y los datos se registraron en centímetros, para el diámetro del fruto, se midió con un vernier el ancho del fruto en la parte media del mismo, tomándose las lecturas en centímetros.

Número y Peso de Frutos por Planta

En cada cosecha se contaron los frutos totales de cada planta seleccionada.

Peso Promedio de Fruto

Para obtener este dato se escogieron al azar tres frutos de cada planta seleccionada anteriormente, se pesaron y se promediaron. Para esta evaluación se utilizó una balanza analítica con capacidad de 3 kg reportándose los datos en gramos.

Eficiencia de Nutrimentos

Para calcular esta variable entre los tratamientos estudiados se evaluó la eficiencia de los nutrimentos por tratamiento, para lo cual se tomó en cuenta los kilogramos de fruto producidos por kilogramo de nutrimento aplicado.

Rendimiento

Se hicieron un total de 7 cortes, la primer cosecha se realizó a los 81 días después del trasplante (ddt), espaciándose los siguientes cortes cada 12 días aproximadamente. En cada corte se pesaron los kilogramos totales de fruto obtenidos por repetición en cada uno de los tratamientos para obtener el rendimiento promedio, al finalizar el ciclo del cultivo estos datos se sumaron y se obtuvo el rendimiento total por tratamiento, utilizándose para ello una balanza de reloj.

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de Planta

Para la evaluación de esta variable se realizaron tres muestreos a los 30, 45, y 60 días después del trasplante (ddt), al realizar el análisis de varianza para cada muestreo se encontró que solo el segundo presentó diferencia significativa al (0.05) dentro del factor B, lo que indica que hubo efecto de las densidades de población sobre la altura de la planta, resultando que la distancia entre plantas de 20 cm fue la que registró la mayor altura (52.85 cm) superando con 3.57 y 4.23 cm a los espaciamientos de 40 y 30 cm entre plantas respectivamente. En cuanto al factor A (dosis de fertilización) no tuvo ningún efecto sobre la altura de plantas en ninguno de los tres muestreos realizados.

En el tercer muestreo (Cuadro 7) podemos observar que el tratamiento 2 presentó la mayor altura (68.24 cm) superando con 7.58 cm al tratamiento 4 que presentó la menor altura (60.66 cm.) del estudio. En ambas fertilizaciones la mayor altura se presentó en la distancia entre plantas de 20 cm que corresponde a la densidad de 54,348 plantas/ha (Figura 1). La similitud que presentan los resultados de altura de planta encontrados en este trabajo probablemente se deban a que todos los tratamientos evaluados se desarrollaron bajo acolchado de suelos, técnica bajo la cual los parámetros como altura de planta y diámetro de tallo están influenciados positivamente ya que los acolchados pueden inducir cambios en el microclima de las plantas (balance espectral, cantidad de luz y temperaturas de la zona radicular) que puede actuar directamente como sistema de regulación natural en cuanto al crecimiento y desarrollo de la planta.

Cuadro 7. Altura de planta observada por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del Tratamiento	Altura de planta en centímetros registrada en cada uno de los muestreos		
		30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1	A ₁ B ₁	22.45	51.74	65.24
T2	A ₁ B ₂	24.58	54.12	68.24
T3	A ₁ B ₃	22.54	50.70	62.16
T4	A ₂ B ₁	23.33	46.82	60.66
T5	A ₂ B ₂	24.03	51.58	67.08
T6	A ₂ B ₃	21.87	46.54	64.70

Los resultados obtenidos coinciden con Stofella (1988) quien reporta que al evaluar distancias entre plantas encontró que la altura de plantas se incrementó en respuesta a la mayor densidad de población, así mismo las poblaciones más altas produjeron mayor masa de raíz con relación a las poblaciones inferiores. También coinciden con Añez y Tavira (1993), los cuales reportan que la altura total de las plantas de pimentón sin fertilización nitrogenada fue mayor en las poblaciones mas altas evaluadas en su estudio (125,000 plantas/ha), en cambio con fertilización nitrogenada de 150 a 450 kg/ha se registró una tendencia de incremento en la altura de plantas en las poblaciones intermedias, específicamente con 31,250 plantas/ha.

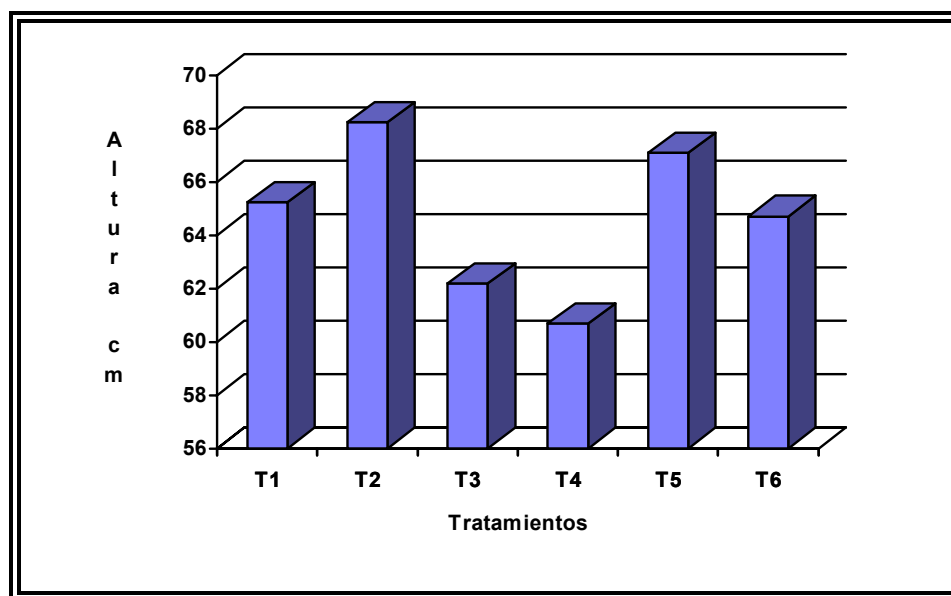


Figura 1. Altura de planta observada en chile serrano híbrido Máximo a los 60 ddt.

Por otro lado, los resultados presentados en este estudio difieren con Machanda (1988) ya que al evaluar los efectos de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno y espaciamiento entre

plantas encontró que la altura de plantas, el número de ramas primarias/planta y el área foliar fue mayor en la menor densidad de plantación estudiada.

Diámetro de Tallo

Esta variable fue evaluada dentro de los mismos muestreos realizados para evaluar la altura de planta. Al proceder con los análisis de varianza correspondientes se aprecia que el primer y tercer muestreo presentan diferencia significativa al (0.05 de probabilidad), ambos dentro del factor B (distancia entre plantas). En el primer muestreo, en la distancia entre plantas de 20 cm se registró el mayor diámetro de tallo (0.47 cm) mientras que para el tercer muestreo el mayor valor para diámetro de tallo (1.46 cm) se observó en la distancia más grande entre plantas (40 cm), este comportamiento es similar en ambos programas de fertilización los cuales no tuvieron efecto sobre el diámetro de tallo (Cuadro 8 y Figura 2).

Los resultados obtenidos muestran que durante el primer muestreo las mayores densidades registraron los mayores diámetros de tallo, pero conforme la planta se iba desarrollando los valores mayores de diámetro se encontraron en las menores densidades de población, esto es, a una distancia entre plantas de 40 cm.

Cuadro 8. Diámetro de tallo observado por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo) .

Número de Tratamiento	Descripción del tratamiento	Diámetro de tallo en centímetros observado en cada uno de los muestreos		
		30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1	A ₁ B ₁	0.44	1.14	1.67
T2	A ₁ B ₂	0.50	1.05	1.30

T3	A ₁ B ₃	0.45	0.98	1.43
T4	A ₂ B ₁	0.41	0.92	1.61
T5	A ₂ B ₂	0.45	0.89	1.54
T6	A ₂ B ₃	0.39	0.99	1.44

Los resultados reportados en el presente trabajo concuerdan con Stofella (1988) el cual reporta que el diámetro de tallo generalmente disminuyó en respuesta a la mayor densidad de población estudiada en pimiento cuando evaluó las distancias entre plantas de 13, 25, 38 y 51 cm respectivamente. Del mismo modo coinciden con Montsembocker (1996) quien reporta que en general las plantas cultivadas en las menores distancias entre ellas produjeron plantas, tallos y hojas más pequeños, pero tuvieron los más altos rendimientos. Por su parte, Añez y Tavira (1993) indican que sin aplicación de nitrógeno, el diámetro de tallo se incrementó al aumentar la distancia entre plantas, en tanto que disminuyeron al incrementarse los niveles de nitrógeno, estos resultados los observaron al evaluar la respuesta de plantas de pimentón a diferentes niveles de fertilización nitrogenada y distancias entre plantas.

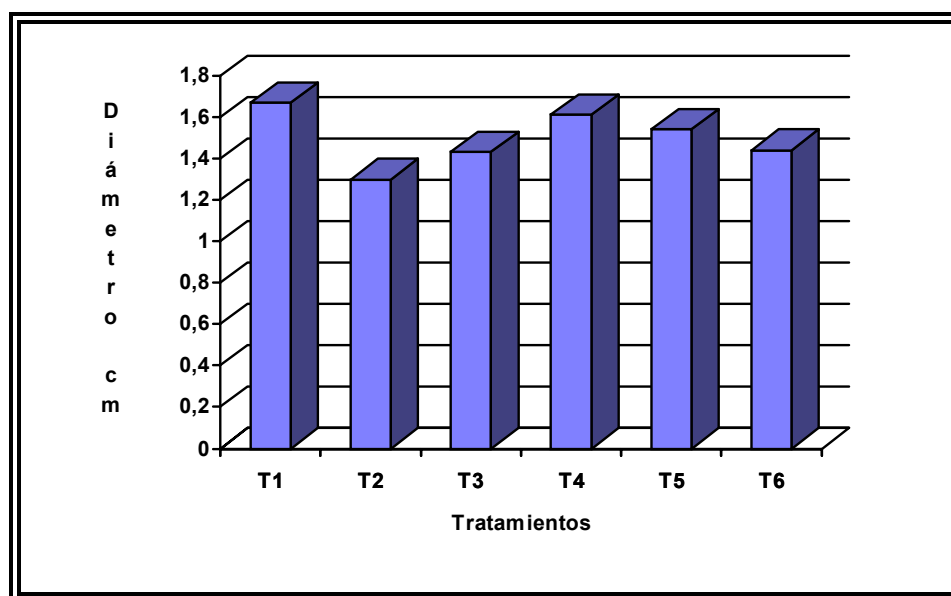


Figura 2 Diámetro de tallo observado en chile serrano híbrido Máximo a los 60 ddt

Cobertura de Plantas

En los muestreos realizados para evaluar la altura de plantas se evaluó también la cobertura de estas, mostrando los análisis de varianza una diferencia significativa solo en el primer muestreo al 0.05 de probabilidad y al igual que las dos variables anteriores dentro del factor B, resultando la distancia entre plantas de 20 cm. con la mayor cobertura (257.85 cm^2) superando con 26.29 y 45.33 cm^2 a la cobertura obtenida con la distancia entre plantas de 30 y 40 cm respectivamente.

Para el segundo muestreo, el mayor valor de cobertura se registró en el tratamiento 2 con $1,632.84 \text{ cm}^2$, correspondiente a la fertilización 1 y la distancia entre plantas de 20 cm, superando con valores desde 135.79 cm^2 hasta 215.3 cm^2 para los tratamientos 4 y 6 respectivamente.

Cuadro 9. Cobertura de planta observada por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del tratamiento	Cobertura de planta en cm^2 observado en cada uno de los muestreos		
		30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1	A ₁ B ₁	185.33	1492.93	3325.21
T2	A ₁ B ₂	250.18	1632.84	3010.64
T3	A ₁ B ₃	231.17	1452.26	2759.06
T4	A ₂ B ₁	239.71	1497.05	3175.28
T5	A ₂ B ₂	265.53	1449.38	2972.58
T6	A ₂ B ₃	231.94	1417.54	3350.70

En el tercer muestreo, a los 60 ddt, se puede observar en el Cuadro 9 que el mejor tratamiento, o sea el que obtuvo la mayor cobertura fue el 6 con $3,350.70 \text{ cm}^2$ seguido muy de cerca por el tratamiento 1 con una cobertura de 3,325.21 y superando con 591, 63 cm^2 al tratamiento 3 que fue el que presentó la menor cobertura ($2,759.06 \text{ cm}^2$). Aquí es importante mencionar que los tratamientos que registraron tanto la mayor como la menor cobertura, corresponden a la misma densidad de población (36,232 plantas/ha) pero difieren en cuanto a dosis de fertilización (Figura 3).

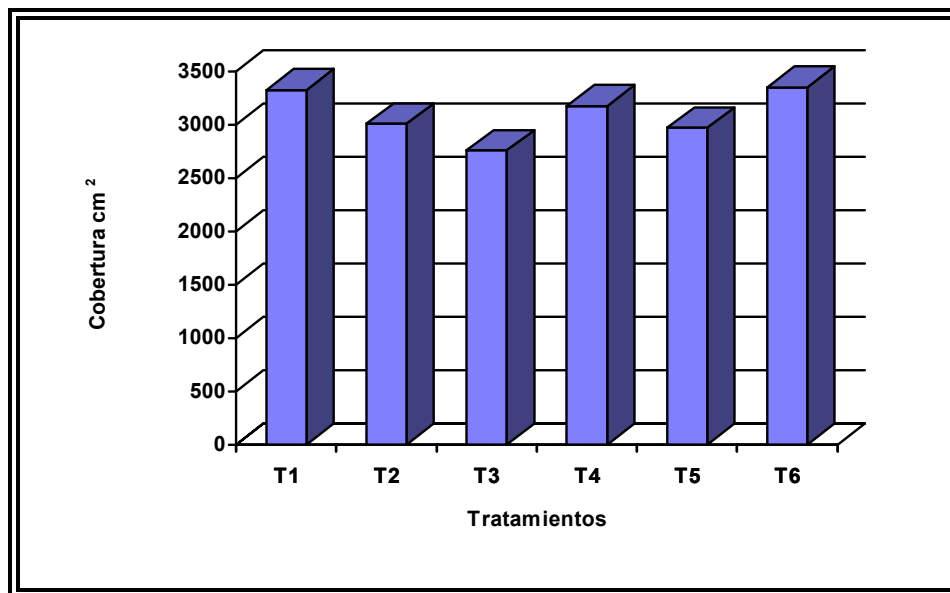


Figura 3 Cobertura de planta observada en chile serrano híbrido Máximo

Longitud de Frutos

Durante los siete cortes que duró la cosecha, la longitud de frutos no mostró respuesta a ninguno de los factores en estudio (dosis de fertilización y distancia entre plantas) aun y cuando no hubo diferencias entre tratamientos durante la cosecha, se puede apreciar en el Cuadro 10 que durante los cortes uno y dos se cosecharon los frutos de mayor tamaño, el cual fue decreciendo conforme avanzaba el desarrollo del cultivo.

La mayor longitud de frutos durante la última cosecha se presentó en el tratamiento 3 con un valor de 5.48 cm, superando tan solo con 0.32 cm a la longitud obtenida en el tratamiento 4 que fue donde se presentó el valor más bajo en cuanto a longitud de fruto se refiere.

Estos resultados nos muestran que la respuesta de la planta en cuanto al tamaño de frutos fue igual para todos los tratamientos, lo cual coincide con Unander et al (1991) quienes mencionan que la densidad de plantación no afectó el tamaño del fruto de chile dulce pero sí el rendimiento

obtenido, en cambio cuando se dobló la densidad de población el rendimiento se incrementó de 12 a 40%.

Cuadro 10. Longitud de fruto observada por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del tratamiento	Longitud promedio de frutos en centímetros en cada uno de los cortes realizados						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	A ₁ B ₁	6.27	6.32	5.75	5.64	5.10	5.05	5.25
T2	A ₁ B ₂	6.19	6.35	5.69	5.70	5.40	5.22	5.44
T3	A ₁ B ₃	6.35	6.32	5.87	5.78	5.55	5.29	5.48
T4	A ₂ B ₁	6.32	6.08	5.61	5.78	5.29	4.94	5.16
T5	A ₂ B ₂	6.21	6.06	5.70	5.81	5.21	5.23	5.28
T6	A ₂ B ₃	6.29	6.35	6.03	5.99	5.32	5.26	5.26

Diámetro de Fruto

Los análisis de varianza para la variable diámetro de fruto indican un comportamiento similar al presentado para longitud de fruto, ya que no registraron efecto alguno en ninguno de los tratamientos en la totalidad de los cortes realizados. Los valores registrados para diámetro de fruto durante los primeros dos cortes nos muestran frutos mas grandes en relación a los cortes siguientes, aunque los dos primeros cortes muestran frutos con mayor diámetro, se puede apreciar en el Cuadro 11 que durante el tercer corte, el diámetro de frutos tiene un ligero descenso para volver a incrementarse en el cuarto y posteriormente del quinto al séptimo corte los valores tienden a decrecer.

Durante el primer corte se logró obtener los frutos con mayor diámetro de toda la cosecha, en ambas fertilizaciones los mejores diámetros se registraron en la distancia entre plantas de 40 cm, superando con.06 cm los frutos cosechados bajo la fertilización 1 (recomendada para pimiento en Culiacán, Sin.) bajo esta misma distancia entre plantas, mientras que los valores más bajos de diámetro de fruto fueron para el tratamiento 6 con frutos de 1.30 cm de diámetro.

En la tercer cosecha dentro del primer nivel del factor A la distancia entre plantas de 20 cm produjo los frutos de mayor diámetro (1.27 cm) mientras que en la distancia intermedia (30 cm entre plantas) se presentaron los frutos de menor diámetro (1.21 cm). En los niveles uno y dos del factor B los mayores diámetros se obtuvieron con la fertilización uno siendo estos de 1.26 y 1.27 cm respectivamente, caso contrario al nivel 3 (30 cm entre plantas) en el cual se presento el mayor diámetro (1.27 cm) con la fertilización dos.

En cambio, para el corte siete el mayor diámetro de fruto se registró bajo el tratamiento 3 con un valor de 1.29 cm, superando con 0.1 cm a los tratamientos 4 y 6 que fueron los que tuvieron los menores diámetros de frutos.

Cuadro 11. Diámetro de fruto observado por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del tratamiento	Diámetro promedio de frutos en centímetros en cada uno de los cortes realizados						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	A ₁ B ₁	1.40	1.32	1.26	1.31	1.27	1.26	1.23
T2	A ₁ B ₂	1.37	1.35	1.27	1.31	1.22	1.22	1.18
T3	A ₁ B ₃	1.39	1.34	1.21	1.33	1.24	1.29	1.19
T4	A ₂ B ₁	1.34	1.27	1.22	1.36	1.28	1.19	1.16
T5	A ₂ B ₂	1.34	1.29	1.23	1.34	1.26	1.20	1.17
T6	A ₂ B ₃	1.30	1.26	1.28	1.36	1.26	1.19	1.13

Número de Frutos por Planta

La evaluación de esta variable se analizó estadísticamente en cada uno de los siete cortes que se realizaron durante el periodo de cosecha, encontrándose diferencia altamente significativa para el factor A (dosis de fertilización) para los cortes 4, 5 y 6 y para el factor B (distancia entre

plantas) en los cortes 4 y 6, también se encontró diferencia significativa en los cortes 2 y 3 para el factor B, los cortes 1 y 7 resultaron estadísticamente iguales.

En el Cuadro 12 se puede apreciar que para la mayoría de los tratamientos el mayor valor de número de frutos por planta se presentó durante el corte 4, siendo el tratamiento 1 (fertilización 1 con la distancia entre plantas de 40 cm) el que registró el mayor valor con 84.24 frutos por planta, seguido de los tratamientos 4 y 6 ambos bajo la fertilización 2 con distancias entre plantas de 40 y 30 cm respectivamente.

De manera general puede observarse que conforme se acorta la distancia entre plantas el número de frutos por planta disminuye, esto ocurrió tanto en la fertilización 1 como en la dos, y es probablemente debido a la competencia existente entre plantas por agua y nutrimentos, ya que a mayor distancia entre plantas es menor el número de plantas por cama, de esta manera tenemos que a la distancia entre plantas de 40 cm solo hay 9.5 plantas por surco, en la de 30 cm son 12.6 plantas y la distancia de 20 cm tiene 19 plantas que compiten por la misma agua y nutrimentos.

Por otro lado la mayor cantidad de frutos por planta se obtuvo durante el tercero, cuarto y sexto corte. Durante la última cosecha el mayor número de frutos por planta se obtuvo en el tratamiento 4 (70.41) que supera con 23.67 y 18.25 frutos a los tratamientos 2 y 5 que fueron los que presentaron los números más bajos de frutos por planta y ambos tratamientos coinciden en la distancia entre plantas de 20 cm. Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los reportados por Gowde et al (1990) quienes mencionan que al evaluar en pimiento los espacios entre surcos de 40, 50 y 60 cm obtuvo las densidades de 40, 50 y 60,000 plantas/ha, registrando el número mas alto de frutos por planta (7.83) en el espaciamiento de 60 cm y que el mayor rendimiento de fruto (159.62 q/ha) lo obtuvieron bajo la densidad de 50,000 plantas/ha.

En la mayoría de los estudios realizados con acolchado plástico se ha observado que generalmente el número de frutos por planta es el que determina el mayor rendimiento en el suelo acolchado, de igual manera el peso promedio por fruto puede tener efectos importantes en el aumento de la producción (Ibarra y Rodríguez, 1991), aunque en algunos casos se ha observado un comportamiento inverso. Los resultados aquí presentados no concuerdan con Bracy et. al. (1995)

quienes reportan que obtuvieron mayor rendimiento y número de frutos de pimiento en plantas separadas entre sí a una distancia de 30 cm en comparación con las que obtuvieron en plantas separadas 40 cm. Tampoco coinciden con Sharisvastava (1996) quien al evaluar tres dosis de fertilización y tres separaciones entre plantas (60 x 40; 60 x 50 y 60 x 60) en chile dulce encontró que el número de frutos por planta, peso fresco del fruto, rendimiento/ha y rendimiento/planta disminuyeron al incrementarse la separación entre plantas.

Cuadro 12. Número de frutos por planta observado por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del Tratamiento	Número de frutos por planta en cada uno de los cortes realizados						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	A ₁ B ₁	42.33	68.66	81.74	84.24	61.99	83.33	68.24
T2	A ₁ B ₂	49.74	45.08	54.49	42.24	25.33	65.91	46.74
T3	A ₁ B ₃	43.91	49.74	62.41	57.41	31.91	66.41	54.83
T4	A ₂ B ₁	63.33	63.08	62.99	82.33	37.49	53.08	70.41
T5	A ₂ B ₂	50.33	49.99	43.41	64.33	26.91	35.24	52.16
T6	A ₂ B ₃	51.24	62.74	59.24	82.04	38.99	41.41	57.28

Peso Promedio de Fruto

Al realizar los análisis de varianza para la variable de peso promedio de fruto se encontró que solo hubo diferencia significativa (0.05 de probabilidad) en la interacción durante el tercer corte. Aunque la diferencia entre pesos promedio de fruto fue mínima en este corte el mayor valor de peso promedio de fruto fue de 4.69 g se registró con la fertilización uno y la mayor distancia entre plantas (40 cm), mientras que en la fertilización dos el mayor peso promedio de frutos fue obtenido con la distancia entre plantas de 30 cm con un valor de 4.62 g superando con solo 0.57 g al

menor peso promedio de frutos que fue de 4.05 g producido con la mayor distancia entre plantas. En esta misma cosecha en las distancias de 40 y 20 cm entre plantas los mayores pesos promedios de fruto (4.69 y 4.40 g respectivamente) se presentaron con la dosis de fertilización uno, mientras que con la fertilización dos se registraron con la distancia intermedia entre plantas. En general, durante el periodo de cosecha, el peso promedio de fruto osciló entre 3.94 que fue el valor mas bajo registrado bajo el tratamiento 4 en el corte 6 y 6.26 g obtenido en el tratamiento 1 durante el corte 1 (Cuadro 13), aunque la mayoría de los pesos promedio de frutos se concentra entre los 4 y 5 gramos.

Cuadro 13. Peso promedio de frutos por planta observado por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

Número de Tratamiento	Descripción del Tratamiento	Peso promedio de frutos por planta (g) en cada uno de los cortes realizados						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	A ₁ B ₁	6.26	5.71	4.69	5.34	4.22	4.41	4.38
T2	A ₁ B ₂	5.83	5.90	4.40	5.25	3.99	4.37	4.19
T3	A ₁ B ₃	5.99	6.18	4.31	5.60	4.26	4.78	4.17
T4	A ₂ B ₁	5.70	5.10	4.05	5.84	4.46	3.94	4.07
T5	A ₂ B ₂	6.00	5.27	4.16	5.65	4.43	4.26	4.05
T6	A ₂ B ₃	5.82	5.20	4.62	6.09	4.39	4.20	3.97

Eficiencia en el Uso de Nutrimentos

Para la evaluación de esta variable se comparó entre tratamientos para poder valorar el aprovechamiento de los nutrimentos por la planta, para lo cual se tomó en cuenta los kilogramos de fruto producidos por kilogramo de nutrimento aplicado.

El tratamiento 6 (fertilización 2 con un espaciamiento entre plantas de 30 cm) fue el que registró el mayor uso eficiente de nutrimentos con un incremento de 18.65, 28.18 y 40.54% para N, P y K respectivamente en comparación con la eficiencia que presenta el tratamiento 1 (fertilización 1 con un espaciamiento entre plantas de 40 cm) que registró 242.64 kilogramos de fruto por

kilogramo de nitrógeno aplicado, 425.06 kilogramos de fruto por kilogramo de fósforo aplicado y 231.08 kilogramos de fruto por kilogramo de potasio aplicado (Cuadro 14).

Los resultados reportados, mismos que presentan la eficiencia del tratamiento 6 era de esperarse debido a que la eficiencia relaciona los kilogramos de fruto producidos por kilogramos de nutrimento aplicado, siendo este tratamiento el que presentó el mayor rendimiento del estudio.

Cuadro 14. Eficiencia en el uso de nutrimentos bajo acolchado plástico en el cultivo de chile serrano (Híbrido Máximo) .

Número de Tratamiento	Descripción del Tratamiento	Re ndi mie nto ton/ha	Eficiencia (kg de fruto/kg de nutrimento aplicado)		
			Ni tr ó g e n o	Fó s f o r o	P o t a s i o
T1	A ₁ B ₁	58.234	242.64	425.06	231.08
T2	A ₁ B ₂	62.102	258.75	453.29	246.43
T3	A ₁ B ₃	59.068	246.11	431.15	234.39
T4	A ₂ B ₁	60.937	266.10	481.27	300.18
T5	A ₂ B ₂	64.857	283.21	536.00	319.49
T6	A ₂ B ₃	65.931	287.90	544.88	324.78

Rendimiento Total

En cuanto a rendimiento total en el cuadro 14 se observa que el mejor tratamiento fue el 6 que registró el mayor valor con 65.931 ton/ha que supera en 7.697 ton/ha al tratamiento uno, en el cual se obtuvo el menor rendimiento (58.234 ton/ha). Por otra parte aun cuando los rendimientos totales de los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes en cuanto a fertilizaciones, en general puede establecerse que numéricamente en la fertilización uno la mayor densidad de población (54,348 plantas/ha) fue la que registró mayor rendimiento, en tanto que en la fertilización dos la mejor densidad de población fue la intermedia (36,232 plantas/ha) tal y como se aprecia en la Figura 4.

El mayor rendimiento total era de esperarse en el tratamiento 6, debido a que fue el mismo que presentó un mayor uso eficiente de nutrimentos y mayor cobertura de planta, lo que explica que al haber mayor asimilación de nutrimentos por la planta se propicia un mejor desarrollo en la planta, lo cual se traduce en mayores rendimientos, quedando de esta manera como mejor tratamiento el 6 (fertilización 1 con un distanciamiento entre plantas de 30 cm), mismo que registró el mayor rendimiento (65.931 ton/ha), mayor uso eficiente de nutrimentos con incrementos que van desde 1.65 hasta 18.65% para nitrógeno, 1.65 hasta 28.18% para fósforo y a.65 hasta 40.54% para potasio, así como también presentó una mayor cobertura de planta

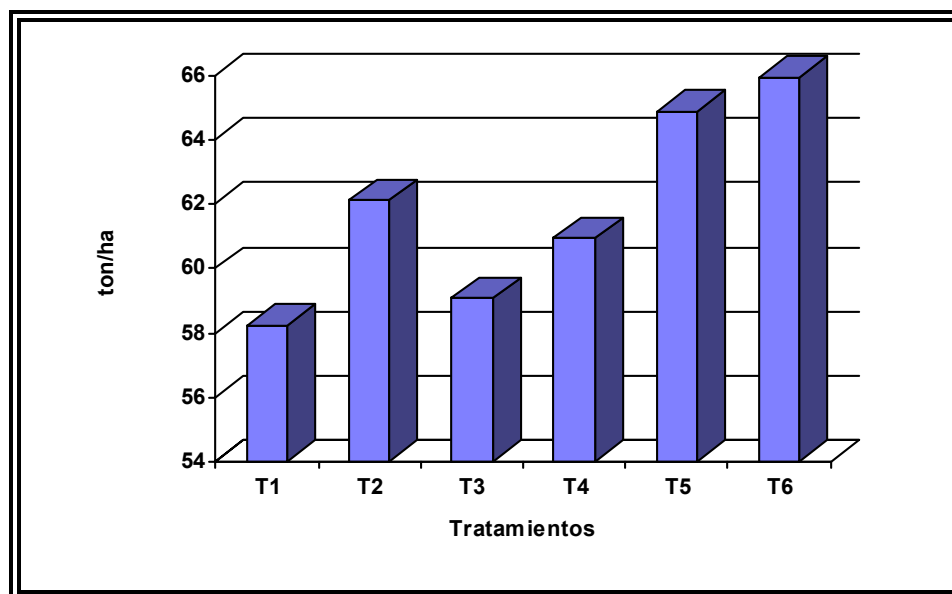


Figura 4. Rendimiento total observado por efecto de las diferentes densidades de siembra y dosis de fertilización en chile serrano (híbrido Máximo).

CONCLUSIONES

La hipótesis planteada de que las densidades de población influyen sobre el rendimiento, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que las densidades de población evaluadas si tuvieron influencia sobre el rendimiento del cultivo así como en las características vegetativas de la planta, resultando la distancia entre plantas de 30 cm (36,231 plantas/ha), la mejor densidad de población.

Bajo esta misma densidad de población también se presentó el mayor uso eficiente de los nutrimentos, que al ser aplicados mediante fertirrigación se presentó una mayor asimilación de éstos, ya que con la menor dosis de fertilización se obtuvo el mayor rendimiento del cultivo.

Un mayor diámetro de tallo ni un mayor número de frutos por planta así como un mayor peso promedio de fruto no fueron indicadores de un mayor rendimiento para este estudio en particular.

BIBLIOGRAFIA

- Alonso S. B. 1996. Ensayo con Cinco Materiales de chile Serrano (*Capsicum annum* L.) Bajo condiciones de Acolchado. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 46 pp.
- Añez y Tavira 1993. Crecimiento y Producción de Pimentón en Respuesta a Diferentes Distancias de siembra y dosis de nitrógeno. Revista de Agronomía (LUZ) 10:3-22.
- Arcos, C.G., Hernández, H.J., Uriza. A. D. E., Olivera De Los S. A. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. Folleto Técnico No 24. División Agrícola. CIRGOC-INIFAP-SAGAR: 205 pp
- Armendariz A. 1998. Agrícola Nueva Yamal: riego por goteo y fertirrigación. Revista Hortalizas Frutas y Flores. Marzo 1998. pp. 9-12.
- Batal K.M. and D.A. Smittle. 1981. Response of bell pepper to irrigation, nitrogen, and plant population. J.Amer, Soc. Hort. Sci. 106:259-262.
- Belichk J. 1989. Mineral fertilization of *Capsicum* for early field production. Hort. Abs. 59 (9).
- Biblioteca de la Agricultura. 1997. Tomo Horticultura. Idea Books Barcelona, España.
- Bracy, R. P., R. J. Edlign, E. B. Moser, F. R. Lamm. 1995. Drip-irrigation management and fertilizer of bell pepper in a humid area. Microirrigation for a changing world: conserving resources-preserving the environment. Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress, Orlando, Florida, USA, 2-6 April, 1995. 1995, 181-186; 9.
- Castañeda M. R. 1993. Caracterización de Producción de Genotipos de chile Serrano (*Capsicum annum* L.) var acuminatum bajo condiciones de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 59 pp.
- Castaños, C. M. 1993 Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.