

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO DIFERENTE ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Tesis

Que presenta LUCIA RANGEL CAMPOS
Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



**CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*
Jacq.) BAJO DIFERENTE ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS
EN LA COMARCA LAGUNERA**

Tesis

Que presenta LUCIA RANGEL CAMPOS
Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS



Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna
Director UAAAN



Dr. Guillermo Gonzales Cervantes
Director externo

Torreón, Coahuila, México

Julio 2016

CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO DIFERENTE ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Tesis

Elaborada por LUCIA RANGEL CAMPOS como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Agrarias con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría


Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna


Ph. D. Vicente Hernández Hernández
Asesor


Dr. Guillermo González Cervantes
Asesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Subdirector de Posgrado


Dr. Raúl Villegas Vizcaino
Jefe del Departamento de Posgrado

Torreón, Coahuila, México

JULIO 2016

Agradecimientos

A mi querida “**Alma Terra Mater**” con mucho cariño a mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna** por haberme formado no solo como una profesional sino como un mejor ser humano, para ofrecer lo mejor de mí a los demás.

Con respeto al **Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna**, por haberme permitido ser su tesista y su apoyo.

A mis asesores que formaron parte de este trabajo: Muchas gracias.

Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna

Ph. D. Vicente Hernández Hernández

Dr. Guillermo González Cervantes

Ph. D. Pedro Cano Rios

Excelentes catedráticos y grandes seres humanos.

A todos mis profesores, a lo largo de mi carrera por sus enseñanzas

A mi amiga **Ing. Lucia Marcial Salvador** por haberme apoyado y acompañado en el camino, es una gran persona.

A mi amiga **Esther Peña Revuelta**: Por su apoyo, consejos, sus muestras de cariño y su amistad.

A mi amigo el Técnico académico **José Silverio Álvarez Valadez** por apoyarme en laboratorio y su apoyo incondicional.

Dedicatoria

A Dios padre, Hijo y Espíritu santo por levantarme y darme las fuerzas necesarias para salir adelante.

A mi madre Santa la Virgencita de Guadalupe te amo madre mía.

A mis padres Teresa y José Ángel por darme todo su apoyo incondicional siempre.

A mis hijos Jaime, Fernanda, Lucía y Lupita que son mi vida entera, todo lo que se sueñen en la vida lo lograrán, porque son personas maravillosas y grandes seres humanos, los amo con toda mi alma.

A mis hermanos José Ángel, Teresa, Felipe y Eduardo; los quiero mucho, gracias por todo su apoyo y tolerancia.

Y a mi princesa Lizbet la amo y al bebé Mateo.

Índice General

Agradecimientos	iv
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
Abstract	9
I. Introducción	10
1.3 Hipótesis.....	12
II. Revisión de literatura	13
2.1 Origen del cultivo del chile habanero.....	13
2.2 Descripción botánica de <i>Capsicum chinense</i> Jacq.....	14
2.3 Clasificación taxonómica.....	14
2.4 Importancia del chile.....	15
2.5 Producción mundial de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq).....	16
2.6. Requerimientos climáticos	17
2.6.1 Clima.....	17
2.8. Fertilización.	19
2.9 Riego.....	20
2.10 Crecimiento.....	20
2.11 Distanciamiento entre hileras y densidad de población.....	22
III. Materiales y Métodos.....	27
3.1 Ubicación geográfica del sitio experimental	27
3.2 Material genético	27
3.3 Diseño y parcela experimental	27
3.4 Producción de plántula y trasplante a campo abierto	28
3.4.1 Identificación de parcelas y plantas	29
3.5.1 Fertilización	29
3.5.2 Riego	30
3.5.3 Cosecha.....	33
3.5.4 Control de plagas y maleza	33
3.6 Variables evaluadas	33
3.6.1 Altura de planta	34
3.6.2 Diámetro del tallo	34
3.6.3 Ramificaciones	34
3.6.4 Hojas.....	34

3.6.6	Peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto	34
3.7	Diseño y parcela experimental	36
3.7.1	Análisis estadístico.....	36
IV.	Resultados y Discusión	37
4.1	Altura de planta	37
4.5	Diámetro ecuatorial, polar y peso del fruto.....	41
4.6	Frutos por planta	42
4.7	Rendimiento	43
V	Conclusión	45
VI	Literatura citada	46

Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de chile habanero	14
Cuadro 2. Calidad del fruto <i>Capsicum Chinense</i> de acuerdo al tamaño y peso.	
Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en plántula	27
Cuadro 4. Calendario de fertilización durante el ciclo del cultivo de chile habanero bajo tres fechas de siembra en la UAAAN-UL 2015	29
Cuadro 5. Factores estudiados y densidades de población en UAAAN-UL.	33
Cuadro 6. Hojas de la planta bajo dos distanciamientos entre hileras en chile habanero en la UAAAN-UL 2015	38
Cuadro 7. Diámetro polar (cm), Diámetro ecuatorial (cm), Peso del fruto (g), en chile habanero en la UAAAN-UL 2015	40

Índice de figuras

- Figura.1. Programación del calendario de riego por medio del software IRRINET 30
- Figura 2. Variación de la evapotranspiración (ET) durante el ciclo del cultivo
- Figura 3. Variación de la temperatura máxima y mínima, así como la humedad relativa durante el desarrollo del cultivo del chile habanero.
- Figura 4. Regresión lineal simple de altura en planta de chile habanero. 37
- Figura 5. Regresión lineal simple de ramas por planta en chile habanero
- Figura 6. Número de hojas por planta bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015 39
- Figura 7. Número de frutos por planta bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015
- Figura 8. Rendimiento en ton ha⁻¹ bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015

Resumen

El chile es el cultivo hortícola más importante a nivel nacional por su consumo en verde e industrializado. El distanciamiento entre hileras es un factor determinante en la competencia entre plantas, al incrementar densidad de población, el rendimiento por planta se es afectado, en el presente estudio, el objetivo fue determinar el efecto de dos distanciamientos entre hileras, de 0.75 y 1.50 m de separación y entre planta 0.25 m manejando una densidad de 53.333 y 28.571 plantas/ha respectivamente, para la evaluación en crecimiento y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* jacq) en período primavera-verano 2015. El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se utilizó la variedad Orange. Las variables evaluadas fueron de crecimiento: altura de planta, diámetro de tallo, ramificaciones, hojas, calidad de fruto, frutos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Los resultados indican que la distancia entre hileras influye significativamente en la producción de chile habanero. El rendimiento por hectárea fue mayor al acortar el distanciamiento, con el cual se incrementó la densidad poblacional. El mayor rendimiento se obtuvo con el distanciamiento entre hileras a 0.75 m con ($42.56\ t\ ha^{-1}$). La calidad del fruto no se vio afectado por la densidad de plantación. Asimismo, no influyó en la la fenología del cultivo.

Palabras clave: Densidad, rendimiento, fenología, fruto, producción.

Abstract

Chili is the most important horticultural crop domestically for consumption in green and industrialized ones. The distance between rows is a determining factor in the competition between plants, in which increasing population density, yield per plant is affected as the density per unit area increases. In this study, the objective was to determine the effect of two spacings between rows: 0.75 and 1.50 m apart and from plant to 0.25 m corresponding a density of 53,333 and 28,571 plants ha⁻¹ respectively, for evaluation of growth and yield of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq) in 2015 spring-summer period. The experimental design was completely randomized blocks with four replications. Orange variety was used. For their study, the following growth variables were determined: plant height, stem diameter, branches, leaves, fruit quality and yield (t ha⁻¹). The results indicate that the distance between rows significantly influences the production of habanero chili. The yield per hectare was higher by shortening the distance, where the population density increased. The highest yield was obtained with the distance between rows of 0.75 m (42.56 t ha⁻¹). Fruit quality was not affected by planting density, likewise did not influence crop phenology.

Keywords: density; yield population; fruit; phenology

I. Introducción

Actualmente el chile habanero se cultiva en diversas regiones de México, principalmente en los estados de Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, con rendimientos de entre 10 t ha⁻¹ y 30 t ha⁻¹, atribuido al nivel de tecnificación empleada en el cultivo (Santoyo y Martínez, 2012), la producción se comercializa desde nivel local hasta el internacional procesado y fresco.

En México, los principales estados productores de chile habanero son Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, con 500, 260, 90 y 40 hectáreas sembradas, respectivamente, pero durante el 2010 la superficie disminuyó a 762 hectáreas, con un rendimiento promedio de 10.8 t ha⁻¹ en los cuatro estados. Los precios de habanero en el mercado nacional son muy diversos, dependiendo del estado en que se comercialicen; en Durango y Nayarit los precios de venta rebasan los 90 pesos. En Estados Unidos su precio también es muy variable: durante abril de 2010 se vendió hasta en 14 dólares (182 pesos) por kilogramo de fruta fresca.

Estos datos hacen del chile habanero una opción rentable para Sinaloa, por lo que es importante establecer nuevas tecnologías de producción para aumentar la productividad y mejorar los canales de exportación del producto. El chile habanero se cultiva en 13 de los estados de México. El rendimiento medio nacional es de 9,9 t ha⁻¹, aunque en algunos estados se han alcanzado rendimientos mayores de 17 t ha⁻¹ (Noh-Medina *et al.*, 2010-SIAP-SAGARPA, 2012). El alto precio que puede alcanzar en el mercado lo convierten en un cultivo de interés para los productores.

El cultivo de chile en México crece a un ritmo de 9.5% a 12% anual y se siembran entre 140 y 170 mil hectáreas que producen alrededor de 1.6 millones de t ha⁻¹ (SAGARPA, 2009). En el sureste mexicano el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) ha incrementado su superficie

sembrada; en 2012 se establecieron 951.52 hectáreas, con una producción de 9,977 t ha⁻¹ (SIAP, 2013).

El cultivo de chile habanero, bajo condiciones de campo, no se lleva a cabo en forma comercial en las regiones áridas del norte de México. Esto debido a que la alta temperatura e incidencia solar presentes hacen que la planta tenga un desarrollo raquítrico y una baja producción lo cual lo hace incosteable. Sin embargo, el chile habanero es un cultivo atractivo ya que su precio en el mercado nacional supera a la de cualquier otro tipo de chile. En la Región Lagunera, por ejemplo, se vende entre \$100 y 130 por kilo de fruto fresco; además el chile habanero es un producto que tiene demanda a nivel nacional e internacional por sus múltiples usos. (Robledo y Martín, 1988; Jensen y Malter, 1995).

Este se cultiva principalmente bajo el sistema tradicional en campo a cielo abierto (Ledón, 2008), el cual se caracteriza por el empleo de tecnología baja: riego con manguera, 10,000 plantas/Ha, manejo sanitario deficiente, fertilización manual, entre otras, con lo que se obtienen en promedio 10 t ha⁻¹ de chile habanero fresco. Este sistema se ve afectado negativamente por un gran número de factores ambientales capaces de reducir dramáticamente la calidad del producto, rendimiento y por ende la rentabilidad del cultivo (Tun, 2001).

1.1 Objetivo General

Evaluar bajo diferente distanciamiento entre hilera el crecimiento y producción de chile habanero.

1.2 Objetivo Especifico

Determinar el efecto de dos distanciamientos entre hileras en el crecimiento y producción del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) bajo condiciones de campo abierto.

1.3 Hipótesis

El espaciamiento entre hileras no incrementa el crecimiento y producción de Chile Habanero.

II. Revisión de literatura

2.1 Origen del cultivo del chile habanero

El género *Capsicum* es de la familia de la *Solanaceae*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, también es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto o producto también es denominado ají (Long, 1998).

Diversos estudios han definido como centro de origen del género *Capsicum* a una gran área ubicada entre el sur de Brasil y el este de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina. En esta región se observa la mayor distribución de especies silvestres en el mundo. (Soria *et al.*, 2002) citan que Laborde indicó desde 1982 que probablemente el *C. chinense* era originario de América del Sur, de donde fue introducido a Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume. De ahí se cree que fue traído a la Península de Yucatán. Esta hipótesis se refuerza al comprobar que *C. chinense* Jacq. es el único chile que no tiene nombre maya, a diferencia de otros.

El chile habanero proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica. La distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (ubicada actualmente en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salaya, 2010).

2.2 Descripción botánica de *Capsicum chinense* Jacq.

El hábito de crecimiento de esta planta es determinado y se comporta como semi perenne, su ramificación es erecta, con tres o cinco ramas primarias y de nueve a trece secundarias; sus hojas son grandes, verde oscuro de 10 a 15 cm de largo y ancho respectivamente, tiene raíz pivotante y un sistema radical que varía de 1 a 2 m de acuerdo al tipo de suelo. Sus frutos son bayas huecas con 3 o 4 lóbulos y la semilla se aloja en la placenta. Presentan un promedio de 6 frutos por axila; estos tienen entre 2 a 6 cm de color verde en estado inmaduro y amarillo, anaranjado y rojo en estado maduro (Navarrete *et al*, 2002).

2.3 Clasificación taxonómica.

El chile habanero pertenece al género *Capsicum* cuyo significado se deriva del griego: *Kapso* (picar) y *Kapsakes* (capsula) (Nuez *et al.*, 2003). Según Izco, 2004 se clasifican de la siguiente manera Cuadro 1.

Cuadro 2. Clasificación Taxonómica de chile habanero

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino	Vegetal
Subreino	Embriophyta
División	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Ranunculidae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	Chinense
Nombre científico	<i>C. Chinense</i> Jacq
Nombre común	Chile habanero

2.4 Importancia del chile

El chile (*Capsicum* spp.) además de ser uno de los principales ingredientes de la gastronomía mexicana, es uno de los cultivos que generan más empleos y divisas en el país. Durante el 2003, se establecieron en México 151 314 t ha⁻¹ de chile que representó el 10.5% de la superficie sembrada en el mundo y se cosecharon alrededor de 2 080 568 Mg, de las cuales el 73% fue aportado por los estados de Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí, Durango y Yucatán. Las principales variedades utilizadas fueron: serrano, jalapeño, chipotle, morrón y habanero (SAGARPA, 2004).

México es el país con la mayor diversidad genética de *Capsicum*, no es el productor más importante pues se ubica en el tercer lugar de producción mundial con 1.85 millones de toneladas métricas (TM), después de china (12.5 millones de TM) por una amplia diferencia productiva y Turquía, siendo luego seguido por España, Estados Unidos de América e Indonesia (SAGARPA, 2008). En el año 2005 se sembraron en México 150 mil ha que produjeron 1.85 millones de TM (chile verde en fresco más chile comercializado seco) lo que significó económicamente para el sector hortícola de nuestro país 7 millones de pesos, de este producto se exportaron 416,800 TM e importaron 25,000 TM (SAGARPA, 2005)

En 2008 México ocupó el cuadragésimo primer lugar mundial en rendimiento en la producción de chile verde con 1.8 millones de TM/ha (menor que en 2006 para riego más temporal del ciclo otoño-invierno 2005/2006, R=2.1167 millones de TM/ha, los líderes en rendimiento de este producto fueron Indonesia, España, EUA, China y Turquía; en el 2008. En rendimiento en chile seco México ocupó el vigésimo quinto lugar mundial (R=1.77 millones de TM/HA, siendo los líderes Perú, Ghana y China.

2.5 Producción mundial de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq)

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es originario de Sudamérica, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano donde forma parte de la gastronomía regional, es uno de los de mayor pungencia en el mundo, ya que su contenido de capsaicina es entre las 200,000 a 500,000 unidades “Scoville” (Bosland, 1996; Long-Solís, 1998; Ramírez *et al.*, 2005). Esa cantidad de capsaicina ha sido determinante en el incremento de la demanda de esta especie de chile en el mercado nacional e internacional. La capsaicina tiene amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos y salsas (Soria *et al.*, 2002; Salazar *et al.*, 2004). En México, los estados que producen el chile habanero son Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Sonora, Veracruz, Chiapas y Baja California Sur. La mayor superficie cultivada se encuentra en el estado de Yucatán con un 73% (708.43 t ha⁻¹) del total de la superficie sembrada (SIAP-SAGARPA, 2007).

En México, el 90% de la superficie se ubica en estados de la Península de Yucatán en un área que fluctúa entre las 750 y las 900 hectáreas (Trujillo y Pérez, 2004). De 1993 a 2004 el volumen de las importaciones se ha incrementado 128% mientras que su valor lo ha hecho en 196%. Las exportaciones han aumentado, en ese mismo periodo en un 106% mientras que su valor económico ha ascendido en un 193% (Ramírez y Vásquez 2007).

En 2004, México se ubicó como el principal exportador de chile del mundo, con un volumen de 432'960 toneladas, seguido de España y Holanda; juntos abarcaron más del 64% del volumen y 73% del valor económico de las exportaciones mundiales (Trujillo y Pérez 2004).

Según algunos datos relevantes, la superficie mundial sembrada de chile asciende a 1'696'891 hectáreas, con una producción de 25'015'498 toneladas, con un rendimiento medio de 14.74 ton/ha (Ramírez y Vásquez 2007).

2.6. Requerimientos climáticos

2.6.1 Clima

El chile habanero muestra su mejor desarrollo en zonas templadas, subtropicales. Con altitudes que oscilan entre 0 y 2700 msnm. Se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 1994). Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que ésta presenta (FAO, 1994; Aragón, 1995).

2.6.2 Temperatura y Humedad Relativa

El chile habanero es una hortaliza de clima caliente, los rangos de temperatura en que se desarrolla de forma normal son: mínima 10°C, máxima 35°C y óptima de 30 °C. La temperatura menor de 10°C y mayor a 35°C limitan el desarrollo del cultivo (Ramírez *et al.*, 2006). La temperatura para la germinación fluctúa entre los 18 y 35 °C, siendo la óptima de 30°C.

A nivel de productores se indica que este cultivo también produce en un rango de temperatura de 34 a 40 °C, pero con menor eficiencia, con síntomas de estrés hídrico y marchitamiento del follaje en las horas de mayor calor; la literatura reporta que esta especie trabaja óptimamente con temperaturas de 26 a 30 °C y una HR de 65 % (Sánchez, 2008a; Lightbourn, 2011).

La humedad relativa óptima debe oscilar entre el 50 y 60%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento, éstos efectos similares también se producen cuando la humedad relativa es escasa (ECAO, 2002).

2.7 Requerimientos edáficos

2.7.1 Suelos

El chile habanero se adapta y desarrolla en suelos profundos y bien drenados con textura entre lo franco limoso y franco arcilloso, con un pH desde 6.5 a 7.0, con un buen nivel de fertilidad y con una leve pendiente no menos de 8% para evitar áreas que se inunden o se estanque el agua después de una fuerte lluvia Pacheco (2005). Según Borges. *et al.*, (2008), que para predecir el nivel de disponibilidad de fósforo (P) en un análisis de suelo, es singular para cada cultivo al igual que en las condiciones donde se desarrolla; por tanto, debe basarse en la relación entre el P extraído por la planta y el análisis de suelo realizado con una técnica apropiada.

2.8. Fertilización.

En México el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) se destina al consumo interno y buena parte de la producción se exporta, principalmente el que se produce en invernadero (SAGARPA SIAP, 2007). En las regiones semiáridas es una opción debido al volumen de cosecha que se puede alcanzar por unidad de superficie tanto en invernadero como en campo abierto con el sistema de fertirriego. Es un cultivo que exige suelo de buena calidad y manejo correcto del agua, ya que es muy sensible a enfermedades por exceso de riego; requiere de abasto suficiente y balance adecuado de nutrientes para obtener rendimientos rentables, se puede obtener hasta 80 t ha⁻¹ con el tratamiento de fertilización 320-240-300; suministrando el 30 % de N, 70 % de P₂O₅ y 40 % de K₂O, como fertilización de fondo; y dosificando la cantidad de nutriente restante por etapas fenológicas; aunque la demanda puede variar dependiendo de la eficiencia de la fertilización y de la genética del cultivar. (Uvalle 2000).

En las regiones áridas una de las principales limitantes para producir cosechas son la baja disponibilidad de agua, deficiencias en su manejo, en muchos casos se aplica con eficiencias de 40% o menos (Cardona y Carrillo, 1998), por lo que, es necesario el uso de agrosistemas más eficientes para

conservar el recurso y no contaminar el suelo por uso excesivo de fertilizantes (Cadahia, 1998) y acumulación de sales provenientes del agua. Para el Altiplano Potosino no existe investigación con respecto al manejo de este cultivo y a las variedades más apropiadas para campo abierto, y hay la tendencia a incrementar la superficie cultivada de esta hortaliza, por lo es necesario desarrollar investigación básica que permita un mejor manejo del cultivo

La cantidad de fertilizante que se tiene que incorporar al cultivo, depende de la disponibilidad de nutrientes que se encuentren en el suelo y de la curva de nutrición de la planta Prado (2006). Recomendar una dosis de fertilización para el cultivo de chile habanero es irresponsable, cuando no se conoce en qué condiciones nutritivas se encuentra el suelo. En términos generales el cultivo de chile habanero, es exigente en potasio, nitrógeno, calcio, magnesio y fósforo (Prado, 2006). En el caso del chile habanero, el requerimiento nutritivo es de 250 kilogramos de nitrógeno, 100 kilogramos de fósforo, 300 kilogramos de potasio, 200 kilogramos de calcio y 100 kilogramos de magnesio, en todo el ciclo de producción (Prado, 2006)

2.9 Riego

El cultivo de chile habanero requiere una lámina de riego de 750 a 1000 mm para obtener altos rendimientos. Una lámina de riego menor a 30 mm mensuales afecta el rendimiento, el cual se ven disminuido (Ramírez *et al.*, 2006).

2.10 Crecimiento

El crecimiento y la capacidad productiva de un cultivo es el resultado del genotipo, del ambiente que lo rodea y de su interacción Rincón *et al.* (2007). El genotipo es relativamente constante si se compara con la variabilidad del ambiente; sin embargo, la expresión fenotípica es ampliamente influenciada por los cambios ambientales y cualquier variable que produzca efectos sobre

el medio va a verse reflejada en el crecimiento y productividad del cultivo (Marín, 1986).

El crecimiento de las plantas cultivadas es afectado por el genotipo, ambiente y las interacciones entre estos dos componentes (Gardner *et al.*, 1985). Los efectos de los factores ambientales sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, como la radiación solar incidente en el dosel del cultivo, humedad edáfica (De Souza *et al.*, 1997) nutrientes disponibles, temperatura, plagas y enfermedades (McGrath y Pennypacker, 1991) han sido estudiados ampliamente: de ello se ha concluido que son los dos factores más importantes que controlan la respuesta a una condición ambiental sobre el cultivo: la distancia de dicha condición con la condición óptima (grado de estrés) y la etapa fenológica del cultivo en la cual se presenta la condición ambiental adversa (Saeed *et al.*, 1986). Por otra parte la competencia interplanta, provocada por la densidad de población de un cultivo involucra a un importante porcentaje de factores ambientales limitantes del rendimiento, como la radiación solar, humedad y nutrientes del suelo, entre otros (Modarres *et al.*, 1998)

Se considera que el análisis de crecimiento representa el primer paso en el análisis de la productividad primaria, siendo un enlace entre el registro de la producción vegetal y su investigación por métodos fisiológicos, pudiendo ubicarse consecuentemente dentro del ámbito de los estudios ecofisiológicos. Su ventaja radica en la facilidad de obtención de los datos en los cuales se basa, como son el peso seco de plantas completas o de sus partes (hojas, tallos, vástagos) y las dimensiones del aparato asimilatorio (área foliar, área de hojas y tallos, contenido de clorofila, etc.) (Marín, 1989; Kvet *et al.*, 1971)

Para describir el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es necesario determinar las funciones o tasas de diferentes procesos; éstos incluyen la identificación de fases y etapas distintivas del desarrollo, así como la predicción de la duración de éstas para determinados regímenes de temperatura (Wurr *et al.*, 2002; Soto-Ortiz *et al.*, 2006; Soto-Ortiz y Silvertoot

2.10.1 Fruto

El fruto se presenta entre los 120 y 140 días después del trasplante cuya forma es tipo acampanulado con los tres lóculos en promedio Trujillo (2004), estos también son considerados una baya (López *et al.*, 2003) con forma de un trompo redondo, que varía de 2 a 6 cm de largo por 2 a 4 de ancho con una constitución en la base. Los frutos son de color verde en el estado inmaduro, pero usualmente maduran a color rojo, anaranjado, amarillo e inclusive blanco. Esporádicamente se han encontrado algunos frutos de color café (Ochoa 2001).

La calidad es determinada por la apariencia del fruto, tamaño. Peso unitario, firmeza y color (Soria *et al.*, 2000) Cuadro 2.

Cuadro 2. Calidad del fruto *Capsicum Chinense* de acuerdo al tamaño y peso.

Categoría y tamaño del fruto	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Peso unitario
Primera (grandes)	5.5	3.5	> 10
Segunda (mediano)	4.5	3.0	7.5-10
Tercera (chicos)	4.0	2.0	5.0-7.5
Rezaga	< 4.0	< 2.0	<5.0

2.11 Distanciamiento entre hileras y densidad de población

El método de siembra y densidad son importantes ya que determinan el establecimiento adecuado del cultivo, la competencia entre plantas, aprovechamiento y conversión de energía solar en productos cosechables (Bello y Pinto, 2000).

La distribución de las plantas deber ser funcional además que permita realizar las labores culturales, el tratamiento fitosanitario y cosecha (Alonzo, 2007).

La ventaja del sistema de producción de surcos ultra-estrechos a un surco estrecho es el cierre más rápido de la cobertura vegetal (Jost y Cothren, 2001), que en ocasiones reduce la competencia de la maleza (Snipes, 1996; Wright *et al.*, 2004), y la evaporación del agua (Krieg, 1996). Algunas prácticas agronómicas tales como la “fertilización de arranque”, altas densidades poblacionales y un mejor arreglo espacial de las plantas (por ejemplo hileras estrechas), son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1985)

El acomodo espacial de las plantas y densidad de población afectan el rendimiento y desarrollo morfológico del cultivo del chile, incluyendo características como el color de fruto (Stofella y Bryan, 1988). Las distancias que se deben utilizar entre los camellones, plantas y matas, depende principalmente del porte de la variedad híbrido, tipo de suelo, maquinaria disponible, costos de producción y método de siembra empleado (Siembra directa o trasplante). La distancia entre surcos puede variar de 80 a 100 centímetros y entre matas de 30 a 40 centímetros. Cabe indicar que, existe un incremento del rendimiento el cual es mayor con menor distanciamiento entre surcos y un poco menor cuando se acorta la separación entre plantas. De preferencia; utilizar la menor distancia con el trasplante, genotipos de porte bajo y terrenos ligeros. Se dejan de tres a cinco plantas por punto o golpe de siembra en la siembra directa y una o dos en el trasplante. En la siembra a chorrillo, la distancia entre plantas puede ser de alrededor de 8 centímetros. Las distancias anteriores y números de plantas por mata, se pueden combinar para lograr una población de 120 a 160 mil plantas por hectárea, en la siembra directa y de 30 mil a 40 mil en el trasplante. En este último método, las altas poblaciones incrementan el rendimiento hasta en un 35 %. Para establecer altas poblaciones se sugiere acortar la distancia entre surcos o camas y plantas en híbridos, solo entre surcos y camas en variedades.

En suelo nivelado, de textura media a pesada, con buen drenaje y alta retención de humedad aprovechable, la siembra o trasplante también puede efectuarse en camas de 1.5 a 1.8 metros de ancho, colocando dos hileras de plantas. En este sistema se tiene una menor y más lenta incidencia de la

enfermedad marchitez o secadera, y se puede incrementar la población de plantas para lograr mayor rendimiento (Favela, 2003).

La utilización de baja densidad de plantas por hectárea (27 a 30 mil plantas/ha) y arreglos topológicos deficientes (separación de surcos de 90 a 100 cm y de plantas de 40 a 50 cm), factores que dan lugar a reducciones hasta de 30 % en la producción, según estimación de los autores. El acomodo espacial de las plantas y densidad de población afectan el rendimiento y desarrollo morfológico del cultivo del chile, incluyendo características como el color del fruto (Stofella y Bryan, 1988). Las plantas de chile, así como otras desarrolladas en densidades de población alta, tienden a ser más altas (Stofella y Bryan, 1988), pueden amarrar frutos en partes más alta de la planta y presentan menor diámetro de tallo y de peso seco de la planta (Decoteau y Graham, 1994; Motsenbocker, 1996), inician la producción de fruto más pronto con mejor rendimiento, sin afectar el peso unitario del fruto (Nuez *et al.*, 1996). Sin embargo, la respuesta al distanciamiento entre surcos y plantas depende del tipo de chile, genotipo y método de siembra (Somos, 1984; Nuez *et al.*, 1996).

En siembra comercial se utilizan densidades de plantas de 23 000 mil a 35 000 plantas/ha, con distanciamientos de 85 a 90 cm entre surcos y 35 a 50 entre planta. Valdez (1989) recomienda para la producción de frutos de chile una densidad de población de 20 000 a 25 000 mil plantas/ha, con una distancia entre surcos de 92,100 y 120 cm, y una distancia entre plantas y una distancia entre plantas de 40 a 50 cm; mientras para la producción de semilla, (George, 1989) sugiere de 45 a 90 cm entre hileras y de 30 a 60 cm entre plantas; sin embargo la respuesta al distanciamiento entre surcos depende del tipo de chile, de las características del genotipo (desarrollo en altura y ramificación), método de siembra, maquinaria (ancho y distancia entre las ruedas del tractor), condiciones ambientales de la región (clima y suelo), propósito del cultivo, eficiencia económica y sistema de riego (George, 1989; Valadez, 1989; Somos, 1984; Nuez *et al* 1996).

El marco de plantación que se recomienda es de 1.2 m entre hileras y 0.35 m entre plantas. Esto se establece con base a resultados de un estudio sobre densidad de población y nutrición de plantas de chile habanero (Villa *et al.*, 2010).

2.12 Rendimiento

El rendimiento del chile es más afectado por el número de hileras de plantas por cama y por la distancia entre surcos por las separaciones entre plantas, aunque esto depende del tipo de chile que se evalúe (Locascio y Stall, 1994). Con dos hileras de plantas en camas de 1.22 m de ancho o tres hileras en camas de 1.83 m de ancho se ha obtenido alto rendimiento, intermedios en camas de 1.83 m de ancho a doble hilera de plantas, y los más bajos en camas de 1.22 m con una hilera de plantas. (Locascio y Stall, 1994). Además de considerar los efectos en el desarrollo, calidad y rendimiento, para decidir el arreglo topológico a utilizar deben considerarse los siguientes aspectos: condiciones ambientales del lugar, principalmente clima y suelo; rasgos morfológicos de la variedad (altura y tipo de crecimiento); propósito del cultivo, y eficiencia económica de las labores de cultivo Somos, (1984). Los altos rendimientos dependen del desarrollo morfológico del cultivo del chile, por el arreglo espacial y la densidad de población y asocian esta característica con alto rendimiento (Stofella y Bryan 1988).

La mayoría de los estudios relacionados con arreglos topológicos en diferentes tipos de chile han sido enfocados al rendimiento de frutos verdes y desarrollo morfológico de la planta. (Sundstrom *et al.*, 1984), (López y Silvas, 1979) y (Stofella y Bryan, 1988) encontraron que los rendimientos unitarios en *Capiscum* se incrementan con alta densidad (hasta 40 000 plantas/ha), aunque en otros tipos de chile, (Batal y Smittle 1981) y (Montes y Tello, 1991) no encontraron incremento en el rendimiento con densidad mayor de 40 000 a 60 000 plantas/ha, respectivamente. (Moreno, 1995) encontró que las distancias entre surcos de 80 y 92 cm tuvieron rendimiento de frutos verdes estadísticamente iguales y significativamente superiores a la de 100 cm, sin

encontrar diferencia significativa entre las distancias de 10,20 y 30 cm entre plantas. Mientas que (Locascio y Stall, 1994) reportaron que con dos hileras de plantas en camas de 122 cm de ancho o tres hileras en camas de 183 cm de ancho obtuvieron alto rendimiento, y camas de 122 cm con una hilera de plantas tuvieron los más bajos rendimientos.

Otros autores encontraron que en la medida en que se reduce la distancia entre surcos e incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar de 7 a 20 % el rendimiento de maíz grano. (Murphy *et al.*, 1996; Porter *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2000)

Una base fundamental sobre la respuesta del rendimiento frente a la densidad de población, es que al incrementar el número de plantas por unidad de área, la producción y acumulación de materia seca se incrementan efectivamente como resultado del alto porcentaje de radiación interceptada. Sin embargo, con densidades elevadas el rendimiento puede disminuir como consecuencia de la competencia por luz establecida dentro de la comunidad, así como por efecto de otros factores como la pérdida excesiva de agua por transpiración y severos ataques de plagas y enfermedades. Una mayor uniformidad entre plantas de una comunidad permite mayores densidades sin que ocurra demasiada pérdida de plantas por la competencia intraespecífica (Cayón, 1992).

III. Materiales y Métodos

3.1 Ubicación geográfica del sitio experimental

El experimento se realizó durante el periodo de abril a septiembre del 2015 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), en Torreón Coahuila, México, en la Comarca Lagunera, ubicada geográficamente entre 24° 30' y 27° LN y entre 102° y 105° LP, a 1120 msnm.

3.2 Material genético

El material utilizado en este proyecto de investigación fue la variedad Orange de chile habanero originaria de Yucatan.

3.3 Diseño y parcela experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron conformados el distanciamiento entre hileras con una densidad de población de 53.333 y 28.571 plantas ha⁻¹ respectivamente. La unidad experimental estuvo constituida por tres surcos a una distancia de 0.75 y 1.50 m entre hileras, con una longitud de 5 m dando una superficie total de 36 m² utilizándose como parcela útil el surco central, con una superficie de 12 m² la unidad experimental y entre planta fue a 0.25 m .

Para la cual se realizó previo al trasplante, la preparación del terreno el cual consistió en Subsuelo, Barbecho, Doble paso de rastra, Trazo de parcelas e instalación del sistema de riego.

3.4 Producción de plántula y trasplante a campo abierto

El manejo y producción de plántula se realizó bajo condiciones de invernadero dentro de las instalaciones de la UAAAN-UL en charolas de 200 cavidades de poliestireno, se desinfectaron previas a su uso con una solución clorada al 10% por un tiempo de una doce horas, después se enjuagaron con agua potable. La siembra del almacigo se llevó a cabo el 31 de enero del 2015. La semilla utilizada fue variedad Orange, depositando la semilla en cada cavidad, utilizando como sustrato peat moss para siembra: Pro Mix GTX. Aproximadamente 25 kg comercial. Cubriendo con plástico negro para su germinación a temperatura ambiente dentro del invernadero que osciló entre 20 °C y 34°C.

La germinación se presentó el día 14 de febrero a los 14 días después de la siembra, se acomodaron sobre unas rejillas dentro del invernadero, aplicando riegos ligeros con agua hasta la aparición de las hojas verdaderas, ya alcanzadas se utilizó solución nutritiva, la dosis recomendada fue (12-19-12) proporcionada por el INIFAP. Cuadro 3. En el CENID RASPA se desarrollaron estudios durante dos años sobre soluciones nutritivas equilibradas para la nutrición del chile habanero (Villa *et al.*, 2010; Villa *et al.*, 2011).

Se realizó el trasplante cuando la plántula alcanzó una altura promedio de 15 cm, contando con cuatro pares de hojas verdaderas y diámetro de tallo de 2.0 mm a 83 días después de la siembra en el almacigo, llevándose a cabo en la tarde para no estresar la plántula, previamente se realizó la preparación del terreno con maquinaria agrícola en el campo experimental de la UAAAN-UL el cual consistió en Subsuelo, Barbecho entre 30 y 40 cm de profundidad, Doble paso de rastra con el propósito de eliminar los terrenos, formación de hileras, Trazó de parcelas e instalación del sistema de riego por goteo colocando la cintilla de manera superficial sobre el surco.

Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en plántula

Requerimiento de Fertilizante para Plántula de Chile- Volumen Recipiente (lto)			
200.0			
Fertilizante	Dosis (mg/lto H ₂ O)	Dosis (gr/200 lts H ₂ O)	Dosis (gr) en 8 tambos.
Polyfeed (12-19-12)	632.0	126.4	1011.2
Nitrato de Potasio	133.0	26.6	212.8
Nitrato de Calcio	105.0	21.0	168.0
Nitrato de Magnesio	100.0	20.0	160.0

3.4.1 Identificación de parcelas y plantas

El día 16 de mayo del 2015 se procedió a la identificación de parcelas y etiquetado de plantas evaluadas para el experimento.

3.5 Manejo agronómico

3.5.1 Fertilización

Se inició con la nutrición del cultivo en campo a 95 días después del trasplante y finalizó a los 218 días al término del cultivo. Cuadro 4. La fertilización fue a base de nitrógeno y fósforo, utilizando como fuente el Ácido fosfórico 11.8 y Sulfato de amonio 100 Kg, el cual se aplicó en nueve fracciones cada diez días, con el objetivo de favorecer el crecimiento, desarrollo de planta y llenado de fruto, disueltos en el agua de riego (fertirrigación).

Cuadro 4. Calendario de fertilización durante el ciclo del cultivo de chile habanero bajo tres fechas de siembra en la UAAAN-UL 2015.

No. Fertilización	Nitrógeno (kg)	Sulfato de Amonio (kg)	Fósforo (kg)	Ácido Fosfórico (kg)	Ácido Fosfórico (Lt)
1	2.1	10.00	2.6	4.8	2.8
2	2.1	10.00	2.3	4.2	2.5
3	2.1	10.00	2.2	4.0	2.4
4	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
5	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
6	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
7	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
8	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
9	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
10	2.1	10.00	0.5	1.0	0.6
TOTAL	20.5	100.0	10.8	20.0	11.8

3.5.2 Riego

Para el establecimiento del cultivo se aplicó un primer riego de seis horas de duración, el sistema de riego utilizado fue goteo superficial a un costado de las plantas (Figura 5). Se utilizó cintilla 6000 (0.15 mm de espesor) con una separación entre emisor o gotero de 0.20 m con 6 psi de presión y un gasto de 0.89 L h^{-1} . Utilizando conectores en cada entrada de la manguera. El volumen de agua fue de 2916 L h^{-1} y la lámina de riego fue de cuatro a nueve mm con un tiempo de 30 a 50 minutos diarios, tomando en cuenta las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera para el cual se utilizó el programa DRIEGO del sistema IRRINET, el cual sirve para estimar demandas de agua y calendarizar el riego de los cultivos en línea y tiempo real (Catalán *et al.*, 2012; Catalán *et al.*, 2013) anticipando la programación del riego (Figura 1). En la (Figura 2) se observa el comportamiento de la evapotranspiración total durante el ciclo del cultivo. La dosis (cuánto regar) o láminas de agua se determinaron con base en la evapotranspiración (ET) diaria estimada con el programa a partir de la información climatológica registrada en el día anterior para reponer, en el día actual, el agua consumida durante el día previo tomando en cuenta la temperatura máxima y mínima (Figura 3).


INIFAP - CENID - RASPA					
Calendario de Riego					
		Fecha: 06/06/2016		Fin de ciclo: 30/09/2015	
		Lugar o sitio: Campo Experimental La Laguna		Próximo riego: 06/06/2015	
		Entidad: Coahuila		Lámina de próximo riego (cm): 0.78	
		Estación: 26812 - Campo Experimental La Laguna		Consumo de agua proyectado en el ciclo (cm): 114.93	
		Cultivo: Chile		Consumo máximo o potencial (cm): 114.97	
		Fecha de siembra: 24/04/2015		Reducción del rendimiento potencial (%): 0.05	
Riego	Fecha	IR (días)	LR (cm)	LR Acumulada (cm)	Abatimiento de HA (%)
1	24/04/2015	0	6.79	6.79	66.21
2	25/04/2015	1	0.69	7.48	6.70
3	26/04/2015	1	0.66	8.14	6.39
4	27/04/2015	1	0.66	8.80	6.45
5	28/04/2015	1	0.72	9.52	7.04
6	29/04/2015	1	0.70	10.22	6.79
7	30/04/2015	1	0.75	10.97	7.30
8	01/05/2015	1	0.67	11.63	6.51
9	02/05/2015	1	0.62	12.26	6.07
10	03/05/2015	1	0.70	12.95	6.79
11	04/05/2015	1	0.68	13.63	6.60
12	05/05/2015	1	0.64	14.27	6.23
13	06/05/2015	1	0.71	14.97	6.87
14	07/05/2015	1	0.72	15.69	6.98
15	08/05/2015	1	0.70	16.39	6.84
16	09/05/2015	1	0.78	17.17	7.61
17	10/05/2015	1	0.72	17.89	7.02
18	11/05/2015	1	0.72	18.62	7.05
19	12/05/2015	1	0.74	19.35	7.17
20	13/05/2015	1	0.78	20.12	7.44

Figura.1. Programación del calendario de riego por medio del software IRRINET

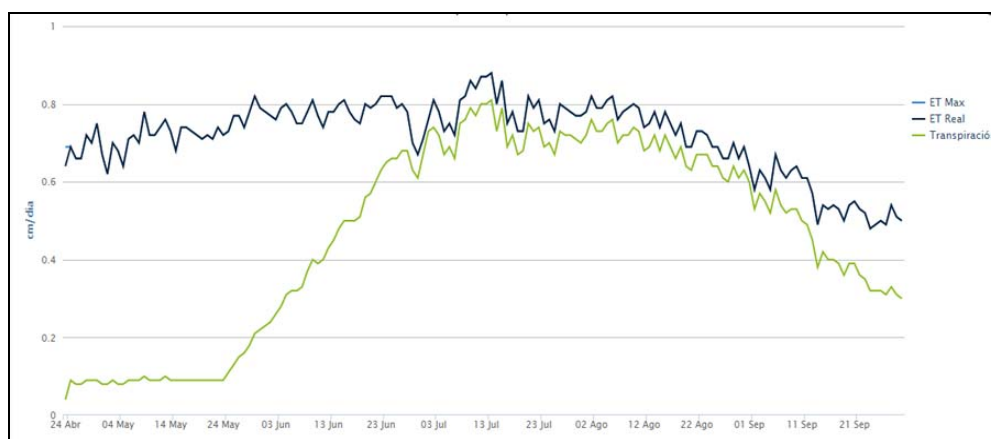


Figura 2. Variación de la evapotranspiración (ET) durante el ciclo del cultivo

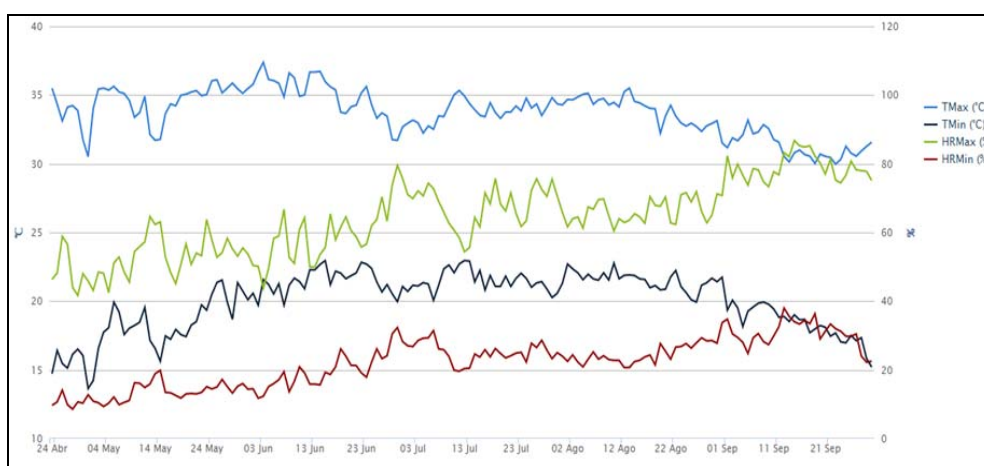


Figura 3. Variación de la temperatura máxima y mínima, así como la humedad relativa durante el desarrollo del cultivo del chile habanero.

3.5.3 Cosecha

El inicio de cosecha fue el día 28 de junio finalizando el 29 de septiembre. Se realizaron diez cortes de acuerdo a la maduración del fruto el intervalo de cosechas en promedio fue de cada cuatro días con lo establecido para el cultivo, se realizó de manera manual, teniendo un total de 10 cortes, colectándose los frutos de la parcela útil en bolsas papel canela, para después tomar los datos fenológicos correspondientes al fruto.

3.5.4 Control de plagas y maleza

Cuando la plántula estaba en invernadero se presentó mosquita blanca y pulgon (*Aphis gossypii*,) para la cual se aplicó, Bug Blanche (13 ml/mochila) el cual es un producto organico.

Entre las plagas que se presentaron en campo fue la Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) para el cual se aplicó extracto de ajo. Se presentó la enfermedad Marchitez o pudrición (*Rhizoctonia solani Kúhn*) cual se controló con el manejo de humedad aplicando riegos más cortos con intervalos cada tercer día y para el cual se quitaron en dos ocasiones las hojas en senescencia y enfermas para que se lograra una buena aireación y tener un mejor control de la enfermedad. La maleza se controló manualmente con azadón y rastrillo, una vez por semana.

3.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, ramificaciones, hojas, diámetro ecuatorial, polar del fruto, frutos por planta, peso del fruto y rendimiento (t/ha^{-1}). Los muestreos se realizaron cada ocho días durante el crecimiento del cultivo del 22 de mayo al 22 de septiembre del 2015 hasta el término de este realizando 16 conteos. La unidad experimental considerada fue de ocho plantas seleccionadas al azar en las hileras centrales de cada repetición y marcadas para tal efecto. Las mediciones se hicieron cada ocho días después del trasplante.

3.6.1 Altura de planta

Se realizó a los 15 días después del trasplante tomando mediciones semanalmente, con una cinta métrica, desde la corona de la raíz hasta el ápice de la última hoja del tallo principal de la planta.

3.6.2 Diámetro del tallo

Se midió utilizando un vernier, se llevó a cabo semanalmente, en la base del tallo, lo más cercano al suelo.

3.6.3 Ramificaciones

El número de ramas se contó a partir de las ramas principales y secundarias.

3.6.4 Hojas

Se contaron todas las hojas, las principales hojas fueron del ápice, tallo, la parte central de las plantas y en todas sus ramas cada ocho días.

3.6.5 Frutos por planta

En cada corte (cosecha) se contabilizaron los frutos por cada tratamiento y repetición, registrándose en el libro de campo.

3.6.6 Peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto

Por cada planta de la unidad experimental, se seleccionaron 10 frutos al azar, utilizando un vernier para la toma de datos, se midió la longitud del fruto, la parte media y por último se pesaron individualmente en una balanza analítica para obtener el peso del fruto.

3.6.7 Rendimiento

Se obtuvo a partir del peso total de los frutos y dividiendo por el número de plantas con las que contaba la unidad experimental.

3.7 Diseño y parcela experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron conformados por el distanciamiento entre hileras con una densidad de población de 53.333 para el tratamiento 1 y 28.571 plantas ha^{-1} para el tratamiento dos, como se observa en el Cuadro 5, contando el tratamiento uno con 240 plantas y el tratamiento dos con 160 plantas respectivamente. La unidad experimental estuvo constituida por tres surcos a una distancia de 0.75y 1.50 m entre hileras, con una longitud de 5 m dando una superficie total de 36 m^2 utilizándose como parcela útil el surco central, con una superficie de 12 m^2 la unidad experimental y entre planta a 0.25 m . La cosecha se efectuó en forma manual, cuando los frutos presentaron una coloración verde brillante o verde limón, características consideradas como óptimas.

Cuadro 5. Factores estudiados y densidades de población en UAAAN-UL.

Tratamiento	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Densidad de población
T1	0.70	0.25	53.333
T2	1.40	0.25	28.571

3.7.1 Análisis estadístico

Se utilizó el sistema de análisis estadístico (SAS) para el análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5% para todas las variables evaluadas. Los modelos se estimaron mediante el procedimiento de regresión.

IV. Resultados y Discusión

4.1 Altura de planta

El cultivo de chile presento un crecimiento paulatino hasta llegar a los 63 días después de trasplante (ddt) este comportamiento puede estar relacionado inicialmente con el estrés causado por el cambio del trasplante a campo abierto y la consiguiente recuperación ya que durante las primeras cuatro semanas las plantas desarrollan su sistema radical y foliar.

La altura promedio para el Tratamiento 1 de 0.70 m de distanciamiento entre hileras fue de 51.66 y para el Tratamiento 2 de 1.40 m de distanciamiento entre hileras fue 53.09, este comportamiento ascendente es observado con mayor notoriedad a partir de los 80 ddt, siendo más pronunciado entre los 84 y 91 ddt, luego éste se mantiene constante hasta los 120 ddt, en donde se registran los máximos valores de altura de planta.

El incremento en la altura se ajustó a un modelo de regresión lineal, con un coeficiente de determinación de 0.94 (Figura 1). El análisis de varianza no muestra diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre el Tratamiento 1 de 0.75 m y el Tratamiento 2 de 1.50 m de distanciamiento entre hileras.

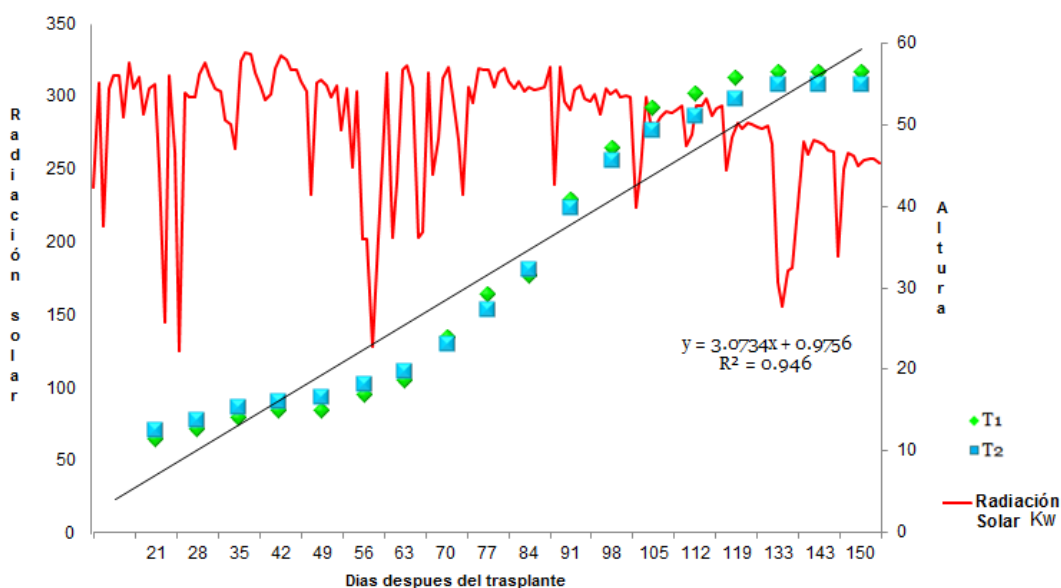


Figura 4. Regresión lineal simple de altura en planta de chile habanero. Esto difiere con los resultados obtenidos por (Stofella y Bryan, 1988) que mencionan que las plantas de chile, así como otras desarrolladas en densidades de población altas, tienden a ser más altas, pueden amarrar frutos en partes más altas de la planta y presentan menores diámetros de tallo y de peso seco de la planta (Decoteau y Graham, 1994; Motsenbocker, 1996). En cambio, Viloría (1991) y Viloría *et al.* (1998), tampoco observaron significancia para la variable altura de planta, al incrementar la densidad de población, en Pimentón (*C. annuum* L.).

4.2 Diámetro de tallo

De acuerdo a los resultados de esta variable el diámetro de tallo no presentó diferencia estadística entre el tratamiento 1 de 0.70 m y el tratamiento 2 de 1.40 m de distanciamiento entre hileras respectivamente oscilando valores con un rango de 2.55 cm a 2.42 cm. Estos resultados difieren con lo reportado por Viloría *et al.* (1998), quienes han confirmado que existe una relación directa entre el diámetro del tallo con la distancia de siembra, indicando que a medida que las plantas dispongan de mayor espacio vital, desarrollarán tallos más robustos. Sin embargo, la respuesta al distanciamiento entre surcos y plantas depende del tipo de chile, genotipo y el método de siembra (Somos, 1984; Nuez *et al.*, 1996).

Al realizar un análisis de regresión para el diámetro del tallo, en función a los días después de la siembra (dds), no se encontró diferencia significativa en la correlación de ambas variables, presentando un crecimiento ascendente desde los primeros días de la siembra. En la figura 4 se observa un crecimiento paulatino después del trasplante mostrando un incremento a los 63 ddt alcanzando su máximo de 2.5 a los 120 ddt.

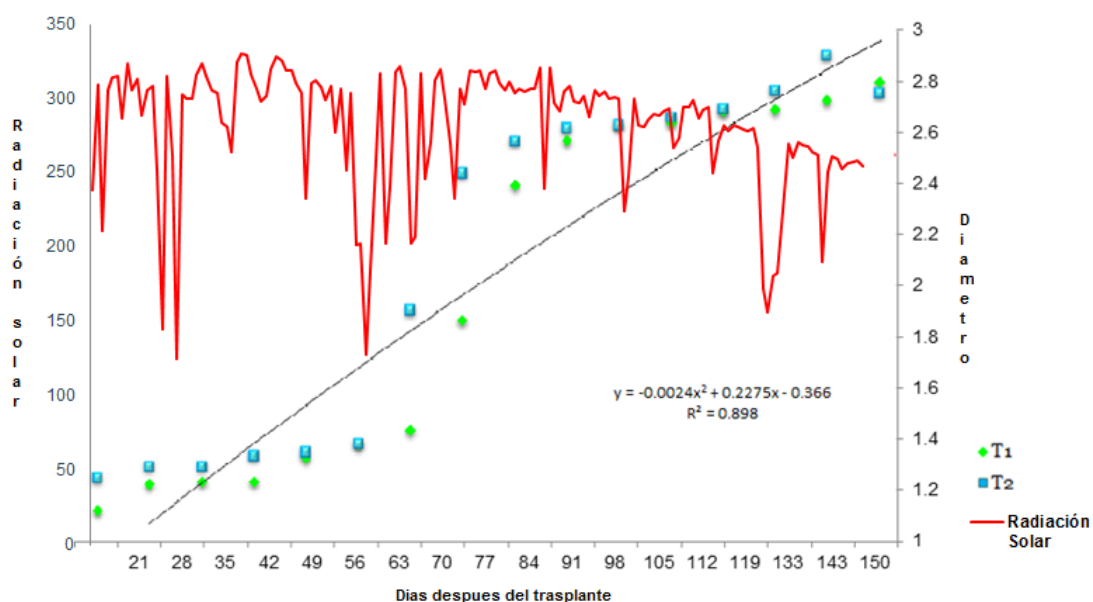


Figura 4. Regresión lineal simple del Diámetro de Tallo de chile habanero

4.3 Ramificaciones

Para ramificaciones, se ajustó a un modelo de tipo lineal, con un coeficiente de determinación R^2 de 0.95 la correlación entre los días después del trasplante y ramas por planta resulto positiva como se muestra en la Figura 5 donde se presentó un incremento a los 69 y 101 (ddt) alcanzando su mayor número de ramas con 60 a los 125 (ddt), difiriendo con lo dicho por Rodríguez (2000), quien afirma que el número de ramas laterales basales y su área foliar asociada, declina al aumentar la densidad de población. En el análisis de varianza muestra que en los tratamientos a 0.75 y 1.50 m de distanciamiento entre hileras respectivamente no presentó diferencia estadística.

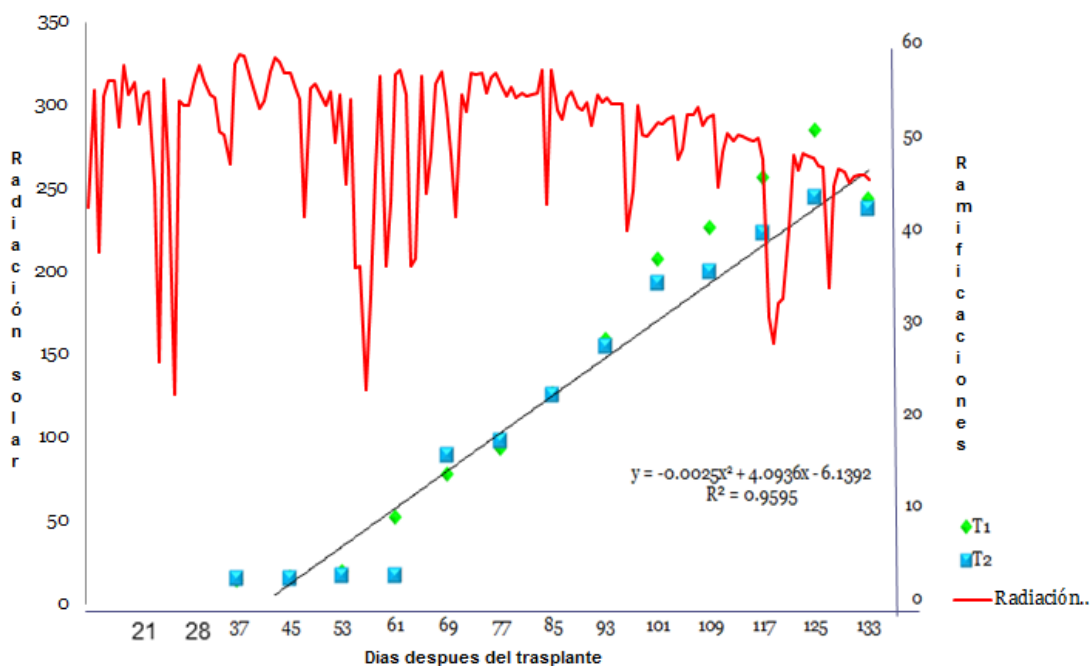


Figura 5. Regresión lineal simple de ramas por planta en chile habanero

4.4 Hojas

Estadísticamente no se presentó diferencia significativa para el número de hojas, como se observa en el Cuadro 6. El crecimiento vegetativo en hojas presentó un incremento a partir de los 80 ddt, con una tasa de crecimiento media de 0.0002 hojas por día, para después presentar un aumento constante hasta los 115 días hasta alcanzar su máximo desarrollo a los 130.

En la Figura 6 se observa que en el análisis de regresión la respuesta de la interacción entre el número de hojas por plantas en función a días después del trasplante resultó con un coeficiente de determinación de 0.98 la relación entre estas variables mostró mejor ajuste a un modelo lineal. Coincidiendo con Rodríguez, (2000), quien menciona que al incrementar la densidad poblacional, se incrementa la competencia por recursos utilizables, hasta que se alcanza una densidad en la cual la acumulación de materia seca se estabiliza, debido a la baja disponibilidad de recursos. De manera semejante el área foliar y el peso seco específico foliar son atributos de la planta afectados por la densidad poblacional.

Cuadro 6. Hojas de la planta bajo dos distanciamientos entre hileras en Chile habanero en la UAAAN-UL 2015.

Tratamientos	Variable
	Hojas
T1	473 a
T2	474 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p \leq 0.05$)

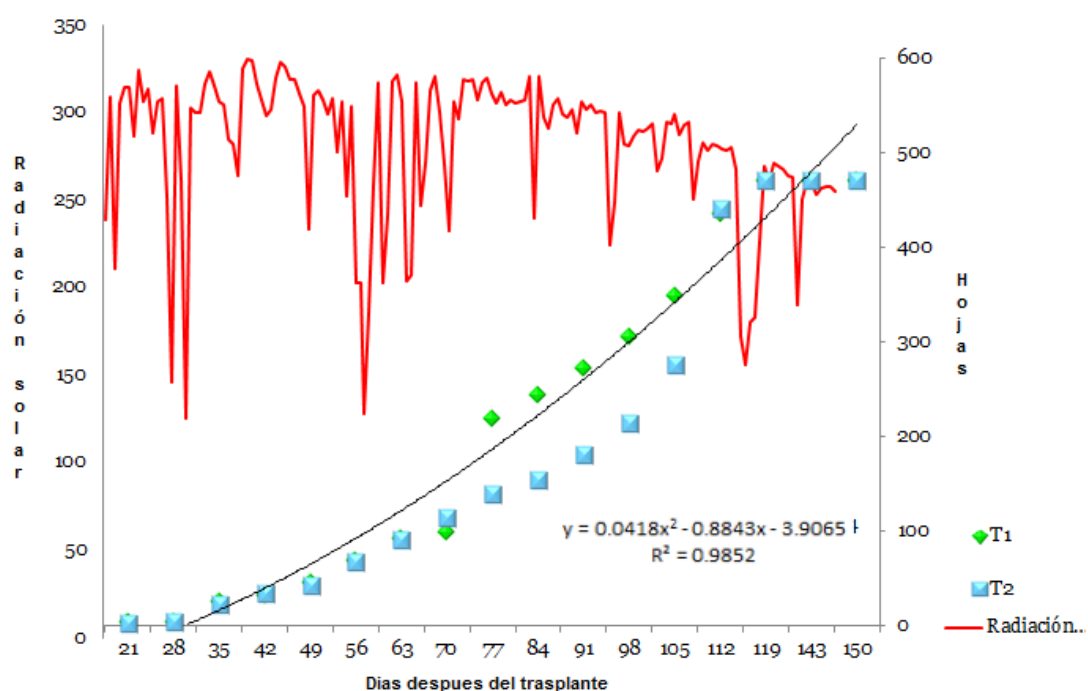


Figura 6. Número de hojas por planta bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015

4.5 Diámetro ecuatorial, polar y peso del fruto

En diámetro ecuatorial, polar y peso de fruto, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamiento uno a 0.70 m y tratamiento dos a 1.40 m donde para diámetro polar se obtuvo 4.19 y 4.02 cm respectivamente, para diámetro ecuatorial los valores oscilaron en un rango de 2.69 a 2.64 cm y para peso de fruto con 7.61 a 7.64 cm, las medias y DMS se muestran en el Cuadro 7. Determinándose que el distanciamiento entre hileras, no afecta la

calidad del fruto. Por tanto, es posible postular que la calidad del fruto es poco influenciada por los tratamientos de distanciamiento entre hileras y el incremento de densidad de población coincidiendo con (Long-Solís 1998), mencionando que el fruto varía de 2 a 6 centímetros de largo por 2 a 4 de ancho.

Cuadro 7. Diámetro polar (cm), Diámetro ecuatorial (cm), Peso del fruto (g), en chile habanero en la UAAAN-UL 2015.

Tratamientos	Variables		
	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso del fruto (g)
T1	4.10 ^a	2.65 ^a	7.32 ^a
T2	4.07a	2.67a	7.57 ^a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p \leq 0.05$)

4.6 Frutos por planta

En frutos por planta no hubo diferencia estadística ente los tratamientos, ya que se produjo la misma cantidad de frutos con una media para el tratamiento uno de 0.70 m con 140.25 frutos/planta y para el tratamiento dos de 1.40 m con 135.00 frutos/planta con una diferencia mínima significativa de 17.68 Cuadro 5. Concluyendo que el distanciamiento entre hileras no afecta el incremento o descenso de número de frutos por planta⁻¹, como se observa en el Figura 7. Contrastando con las investigaciones de (Stoffella y Bryan, 1988; Cebula, 1995; Sánchez *et al.*, 1998) donde se reporta que, la relación que existe entre la densidad de población y el rendimiento por planta no siempre es la misma; en pimiento y tomate, el incremento en la densidad de población disminuye el número de frutos por planta sin afectar el peso medio del fruto. Al respecto, Azofeifa y Moreira (1988), Achhireddy *et al.*, (1982) y Hall (1977) determinaron que el fruto es el principal sumidero de fotoasimilados. Asimismo, estos autores encontraron que durante esta etapa más del 80 % del incremento diario en peso seco de la planta se deposita en los frutos, y que el crecimiento de otros órganos se reduce.

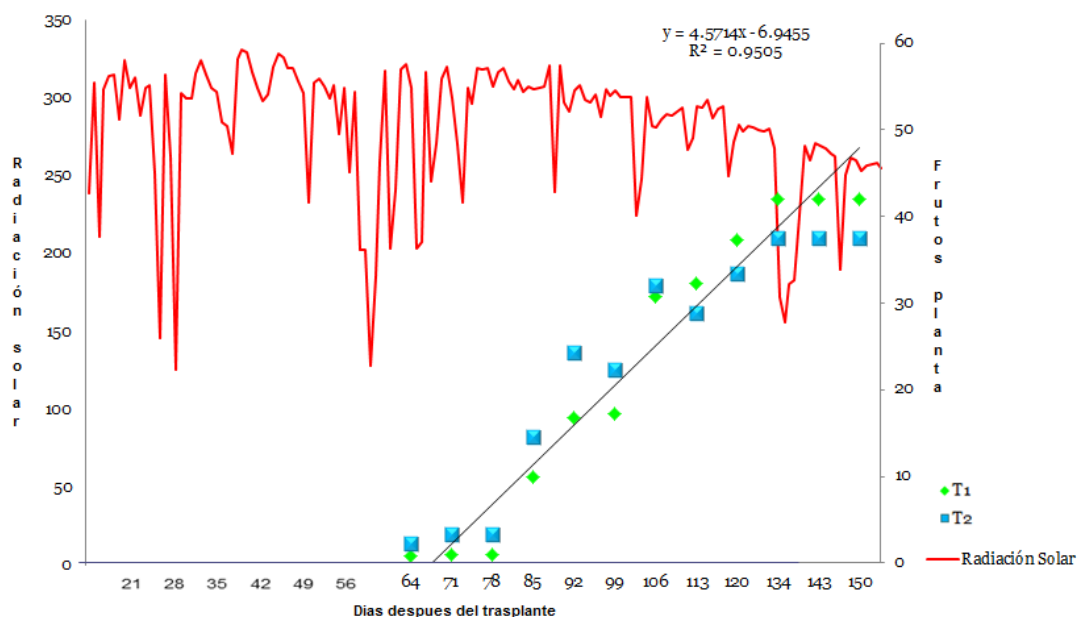


Figura 7. Regresión lineal de número de frutos por planta bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015

4.7 Rendimiento

En el distanciamiento entre hileras se observa diferencia significativa ($p \leq 0.05$), siendo el tratamiento 1 con una distancia entre hileras a 0.70 el más significativo con 42.6 t ha^{-1} por la alta densidad de plantas, con una diferencia de 28.4 t ha^{-1} con el tratamiento 2 que obtuvo 22.5 t ha^{-1} , con esto se muestra, que al acortar la distancia entre hileras de 1.40 a 0.70 e incrementar la densidad poblacional, el rendimiento aumenta, como se observa en la (Figura 8). Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores en estudios en chile serrano y dulce, en los cuales se obtuvieron incrementos en la producción al utilizar alta densidad de plantas (de 41 667 a 54 644 plantas/ha), sobre todo cuando se acomodaron en camas de 1.22 a 1.6 m de ancho con dos hileras de plantas, o bien en camas de 1.83 m de ancho con tres hileras de plantas y una separación entre plantas de 31 cm (Locascio y Stall, 1994).

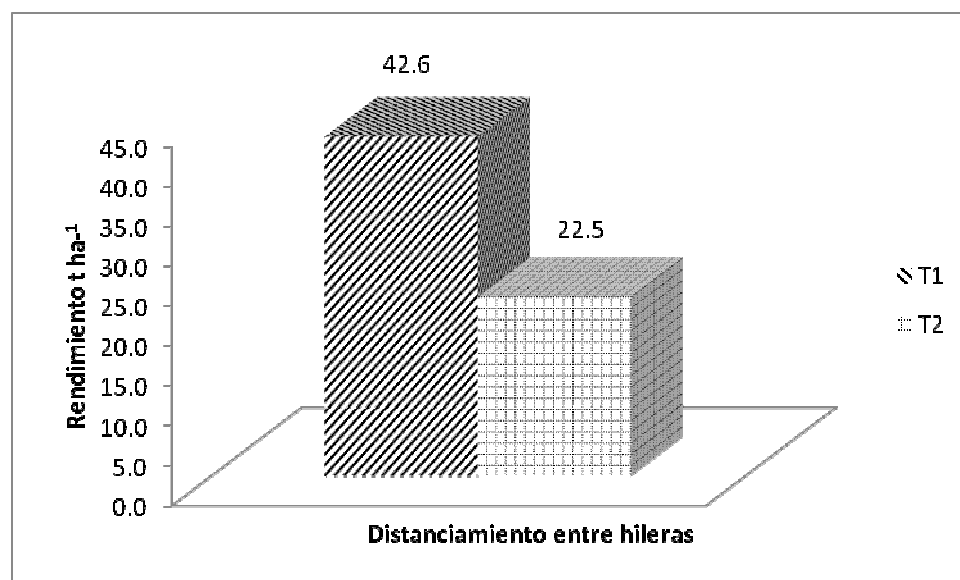


Figura 8. Rendimiento en ton ha⁻¹ bajo dos distanciamientos entre hileras en la UAAAN-UL 2015

V. Conclusión

El distanciamiento entre hileras en función del crecimiento vegetativo no afectó las variables de altura, diámetro de tallo, ramificaciones, diámetro polar, ecuatorial, peso del fruto y frutos por planta, lo que se concluye que el distanciamiento entre hileras no influye sobre la fenología de la planta y calidad del fruto. Siendo lo contrario para el rendimiento $t\ ha^{-1}$ mostrando que conforme se acorta la distancia entre hileras y se aumenta la densidad de población se incrementa significativamente el rendimiento elevando la productividad del cultivo.

VI. Literatura citada

- Achhiereddy N. R.; Fletcher J. S.; Beevers L. 1982. The influence of shade on the growth and nitrogen assimilation of developing fruits on bell pepper. Hortscience 1
- Alonzo T M. 2007. Producción de hortalizas todo el año módulo II producción de hortalizas boletín 10 producción de pepino. PROMEC.
- Aragón P. De L., L.H. 1995. Factibilidades Agrícolas y Forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F. 177p.
- Azofeifa A.; Moreira M. 1988. Análisis del crecimiento del chile dulce (*Capsicum annum* L) cultivar UCR EN Alajuela, Costa Rica. Boletín Técnico. Estación experimental Fabio Baudrit M. 31 (1).
- Barbieri P. A.; Sainz-Rozas, H. R.; Andrade, F. H. and Echeverria, H. E. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. Agron. J. 92:283-288.
- Batal K.M. and Smittle, D. A. 1981. Response of bell peppers to irrigation, nitrogen and plant population. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(3):259-262).
- Bello M.A. y T Pinto Ma. 2000. Metodologías de fertirrigación. Boletín INIA, N° 19:7.
- Bosland P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington,VA.
- Borges G. L., Soria F. M., Casanova V. V., Villanueva C. E. y Pereyda P. G. 2008. Correlación y calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de chile habanero. Agrociencia 42: pp. 21-27.
- Cadahia L. Carlos. 1998. Fertirrigación, Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundiprensa. Madrid España.
- Catalán V., E.A.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A.; Román L., A. y González B., J.L. 2012. Cálculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en Coahuila. AGROFAZ: 12: 123-131.
- Catalán V., E.A.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A.; Román L., A.; González B., J.L. y Delgado R., G. 2013. IRRINET: Sistema en línea para el pronóstico del riego en tiempo real en Coahuila. AGROFAZ: 13: 59-68.
- Cayón G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista Comalfi 19 (2): 23-31
- CONABIO. 1996. Biodiversitas. El chile año 2, num. 8. Pp. 8-14. Disponible en:
http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espa%C3%B1ol/doctos/chile.html.
- Decoteau D R, H A H Graham (1994) Plant spatial arrangement affects growth, yield and distribution of cayenne peppers. HortScience 29 (3): 149-151.
- De Souza, P.I., D. B. Egli, and W. P. Bruening. 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agron.J. 89:807-812.
- Equipo de Consultoría para la Agricultura Orgánica (ECAO). 2002. Manual de producción de Chile Habanero Ecológico. Petén. Guatemala. 20 p.

- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
- Favela L.M, N CH Sánchez (2003) El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) Rev. Fitotec. Mex. Vol. 26 (2): 81 – 87.
- Gardner, F. P., B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames. 327 p.
- George, R. A. T. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Trad. Del inglés. Madrid, España. 231-236.
- Hall, A. J. 1977. Assimilate source -sink relationship in *Capsicum annuum* L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. Aust. J. Plant Physiology. 4.
- Izco, J. 2004. Botánica. Mc Graw Hill – Interamericana. Mexico. 508p.
- Jost, P. H., and J. T. Cothren. 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing Crop Science 40: 430-435
- Jensen M. H. and A. J. Malter. 1995. Protected agriculture a global review. World Bank Technical Paper Number 253. Washington, D. C. USA.
- Kvet, J.; J. Ondok; J. Necas y P. Jarvis. 1971. Methods of growth análisis. Plant photosynthetic production. Manual of methods. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
- Ledón, Vadillo Juan Carlos. 2008. Orgullosamente Yucateco-Denominación de Origen del chile habanero. Revista DESAFÍO. Fundación PRODUCE Yucatán. Año 1 Número 3.
- Lightbourn, R. L. A. 2011. Manejo del estrés por temperatura en los cultivos. I Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 99-112.
- Locascio S J, W M Stall (1994) Bell pepper yield as influenced by plant spacing and row arrangement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:899-902.
- Long-Solís, J. 1998. *Capsicum* y cultura: La historia del chile. México. Fondo de Cultura Económica. 2ª. Edición. pp. 77-78
- López, F. y Silvas R., 1979. Estudio de diferentes distancias entre surcos y entre plantas en chile dulce (*Capiscum annuum* L.). In: XXVII Congreso de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas. Publicación Especial Núm. 73. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH-INIA. México, DF. p.9.
- López, P.G., Canto, A.F. y Santana, N.B. 2009. El reto biotecnológico del chile habanero. Ciencias 60: Pp. 30-35.
- .Marín, D. 1986. Rendimiento en granos en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. bajo diferentes arreglos espaciales, épocas y densidades de siembra. Rev. Fac. Agron. 14, 205-219.
- McGrath, M. T., and S.P. Pennypacker. 1991. Reduction in the rate and duration of grain growth in wheat due to stem rust and leaf rust. Phytopathology 81:778-787.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería: Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. San José Costa Rica (s/n)
- Modarres, A. M., R. I. Hamilton, M. Dijak, L.M. Dwyer, D.W. Stewart, D.E.Mather, and D.L. Smith. 1998. Plant population density effects on

- maize inbred lines grown in short-season environments. *Crop Sci.* 38:104-108.
- Montes C., F. y Tello R., 1991. Efecto de densidades en la plantación en la producción de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en Marín, N.L. In: Memorias del IV Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-UAAAN-UANL-CIQA-INIFAP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. P. 234.
- Moreno M., 1995. El arreglo topológico afecta el rendimiento del chile jalapeño híbrido Mitla. In: Programa y Memorias del VI Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-ITS-US-CIRNOC-CIAD-CESES. Hermosillo, Sonora, México. P.19.
- Motsenbocker C E (1996) In-row plant spacing affects growth and yield of pepperoncini pepper. *Hort Science* 31 (2): 198-200. Nelder J A (1996) Inverse polynomials, a useful group of multifactor response functions. *Biometrics*: 128-141.
- Murphy, S. D.; Yakubu, Y.; Weise, S. F. and Swanton, C. J. 1996. Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late-emerging weeds. *Weed Sci.* 44:856-870.
- Navarrete, R.J. Soria, J.A. Trejo, J. Tun, R. Teran. 2002. Paquete tecnológico para la Producción de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq) Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 Conkal, Yucatan. 3pp.
- Noh-Medina J, Borges-Gómez L, Soria-Fregoso M (2010) Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Trop. Sub*
- Nuez V F, R Gil O, J Costa G (1996) El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Mundi-Prensa. Madrid España. 607 p.
- Nuez, F., O.R. y J. Costa. 2003. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajies. Mundi-Prensa. Mexico. 20-360 p.
- Ochoa A. N, 2001. Usos y propiedades del chile habanero. Fundación produce Yucatan. Sagarpa, INIFAP. Merida Yucatan, 2-4 p.
- Ramírez, J., G., S. Góngora, G., L.A. Pérez, M., R. Dzib, E.R., C. Leyva, M. y I. R. Islas, F. 2005. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar prioridades de investigación y transferencia de tecnología en Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). En: Estudio estratégico de la Cadena Agroindustrial: Chile habanero. INIFAP, SAGARPA, ASERCA, CIATEJ, UNACH, CICY, OTTRAS. Mérida, Yucatán, México. 23p.
- Ramírez, J. G., B. W, Avilés., E. R. Dzib. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. En: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, México. 66 pag.
- Ramírez M. M., Vázquez G. E. 2007. Potencial de producción del chile habanero (*Capsicum chinense* Jack), en el sur de Tamaulipas. INIFAP Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Apartado Postal No. 31, Altamira, Tamaulipas., CP 89601, México.
- Rincón, A.; G. Ligarreto y D. Sanjuanelo. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en

- suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. Agron. Colomb. 25(2), 264-272.
- Robledo de P. F y V. L. Martín. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2ª Edición Mundi-Prensa. Madrid, España. 624p.
- Rodríguez, L. 2000. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. Revista Comalfi 27 (1-2): 31-38.
- Pacheco M. J. A. 2005. Proceso de producción de chile habanero en salsa, a desarrollarse en el departamento del Petén. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.
- Prado U., G. 2006. Tecnología de producción comercial del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, 43 p.
- Porter, P. M.; Hicks, D. R.; Lueschen, W. E.; Ford, J. H.; Warnes, D. D. and Hoverstad, T. R. 1997. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. J. Prod. Agric. 10:293-300.
- Saeed, M., C.A. Francis, and M. D. Clegg. 1986. Yield component analysis in grain of sorghum. Crop Sci. 26:246-351
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F.
- SAGARPA-Bancomext. PC-2005. Pliego de las condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón. URL: http://www.normich.com.mx/pdf/PC_022_2005_Pimiento.pdf
- SAGARPA-SIAP, 2007. Avances de siembras y cosechas Otoño-invierno. México, D.F. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- SAGARPA. 2008. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp. (Consultado: 20 de octubre de 2009).
- Salaya D. J. 2010. Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántula de chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Tesis Maestro en Ciencias. 41 Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco. pp. 11-12
- Sánchez del C., F. 2008a. Perspectivas de horticultura protegida en México. In: Módulo I. Introducción y fundamentos de la horticultura protegida. Primer curso de especialización en horticultura protegida. UACH. Departamento de Fitotecnia, Chapingo, México
- Santoyo J.J.A., Martínez A.C.O. 2012. Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa. 23 p
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Anuario Estadístico de la Producción a Nivel Nacional 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Chile habanero de la Península de Yucatán. Disponible en URL: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=comcontent&view=article&id=306:chile-habanero-de-la-peninsula-de Yucatan&catid= 72: infogramas&Itemid=422](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=comcontent&view=article&id=306:chile-habanero-de-la-peninsula-de-Yucatan&catid=72:infogramas&Itemid=422)
- Salazar-Olivo, L. A. y C. O. Silva-Ortega. 2004. Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta* 1: 7-14
- SIAP-SAGARAPA. 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca. www.siap.gob.mx/.(consultado 23 enero 2013).
- SIAP-SAGARPA (2012) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. www.siap.sag
- Soto-Ortiz, R.; Silvertooth, J. C.; Galadima, A. 2006. Crop Phenology for Irrigated Chiles (*Capsicum annuum* L.) in Arizona and New Mexico. College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona. 2006 Vegetable Report. Página electrónica: [http://ag.arizona.edu/pubs/crops/ az1419/contents.html](http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1419/contents.html)
- Soto-Ortiz, R.; Silvertooth, J. C. 2008. A Crop Phenology Model for Irrigated New Mexico Chile (*Capsicum annuum* L.) Type Varieties. College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona. The 2007 Vegetable Report. pp. 104-112. Página electrónica: [http://www.azrangelands.org/ pubs/crops/az1438/](http://www.azrangelands.org/pubs/crops/az1438/)
- Stoffella P J, H H Bryan (1988) Plant population influences growth and yield of bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 (6): 835-839.
- Somos A (1984) *The Paprika*. Ed. Akademiai Kiadó. Budapest, Hungary. pp: 188-192.
- Soria-Fregoso, M., J. A. Trejo-Rivero, J.M. Tun-Suárez y R. Terán-Saldivar. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero. SEP. DGETA. ITA-2.. Conkal, Yucatán, México.
- Sundstrom, F. J.; Thomas, C.H.; Edwards, R.L. and Baskin, G.R. 1984. Influence of nitrogen and plant spacing on mechanically harvested Tabasco peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(5):642-645.
- Trujillo A., J. J. G. y Pérez L. L., C. 2004. Chile habanero *Capsicum chinense* L. Diversidad Varietal. Campo Exp. Uxmal, CIRSEINIFAP. Folleto Técnico. 24 p.
- Tun, Dzul José de la C. 2001. Ficha Tecnológica. Hortalizas: Chile habanero. INIFAP- SAGARPA.
- Uvalle Bueno Jaime Xavier. 2000. Nutrición vegetal y fertirrigación de hortalizas en ambientes semicontrolados. In: Curso Internacional de Ingeniería, manejo, operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. INCAPA, S.C.
- Valadez, L. A. 1989. Producción de hortalizas. Noriega-Limusa. México, D.F. 298 p.
- Villa C. M., E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I. A. Román L. y H. Macías R. 2010. Población de plantas y manejo de la solución nutrimental del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en invernadero. XXII Semana Internacional de Agronomía. pp. 569-573.

- Villa C. M., E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I. A. Román L. y H. Macías R. 2011. Fitorreguladores del crecimiento y nutrición de plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en invernadero. *AGROFAZ*: 7-11.
- Viloria, A. 1991. Respuesta de las variables de crecimiento vegetativo y reproductivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) a la presión poblacional. Trabajo de Ascenso. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. Barquisimeto. Venezuela. 75 p.
- Viloria, A., Arteaga L. y Rodríguez. H. A. 1998. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón. *Agronomía Tropical* 48(4): 413-423
- WURR, D. C. E.; FELLOWS, J. R.; PHELPS, K. 2002. Crop Scheduling and Prediction - Principles and Opportunities with Field Vegetables. *Advances in Agronomy* 76: 201-234.