



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA

**RESPUESTA DEL CHILE HUACLE (*Capsicum* spp.) A DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTACIÓN Y PODAS BAJO MANEJO INTENSIVO EN INVERNADERO**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RECURSOS NATIRALES**

POR:

Langlé Argüello Lucía Armín

Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, enero de 2011.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 08 del mes de diciembre del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **Respuesta del chile huacle (*Capsicum spp.*) a diferentes densidades de plantación y podas bajo manejo intensivo en invernadero.**

Presentada por la alumna:

Langlé Apellido paterno	Arguello materno	Lucia Armin nombre(s)	Con registro:						
			A	0	8	0	3	6	6

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis

Dr. Martínez Gutiérrez Gabino Alberto

Dr. Jaime Ruiz Vega

Dra. Yolanda Donaji Ortiz Hernández

Dr. Rafael Pérez Pacheco

Dr. José Antonio Sánchez García

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Juan Rodríguez Ramírez

CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.

RESUMEN

El chile huacle es un cultivo endémico del estado de Oaxaca, de importancia cultural al formar parte esencial del mole negro, debido a que alcanza precios muy elevados y la reducción gradual de su superficie cultivada en la región de la Cañada, es un cultivo que podría ser utilizado en condiciones de invernadero otras regiones. Por ésta razón y para conocer su comportamiento en éstas condiciones, se evaluaron cuatro densidades de plantación y tres intensidades de poda en el cultivo sin suelo de chile huacle bajo invernadero. El mayor rendimiento por planta y por superficie se obtuvo de las plantas sin poda colocadas a una densidad de plantación de 5.3 plantas m^{-2} , sin embargo sus frutos fueron más pequeños y con menor peso seco, aunque esto fue compensado por la cantidad de frutos obtenidos y a que éstos tuvieron una mayor concentración de azúcares.

PALABRAS CLAVE: Chile huacle, condiciones de invernadero, densidades de plantación, poda.

ABSTRACT

The huacle chili is an endemic crop from Oaxaca, of cultural importance; it's an essential part of black mole, because reach high prices and because of the gradual reduction of his cultivated surface in La Cañada region, could be used under greenhouse conditions in other regions. For this reason y for known his behavior under that conditions, it has been evaluated four planting densities and three pruning intensities of huacle chili in soilless greenhouse. The higher yield per plant and per area was obtained from non-pruned plants placed at a planting density of 5.3 plants m^{-2} , but its fruits were smaller and with less dry weight, although this was compensate by the amount of fruits obtained and because they had a higher concentration of sugars.

KEY WORDS: Huacle chili, greenhouse conditions, planting densities, pruning.

1 INDICE

1	INDICE	2
2	ÍNDICE DE CUADROS.....	3
3	ÍNDICE DE FIGURAS	4
1	INTRODUCCION.....	5
2	OBJETIVOS	7
2.1	GENERAL.....	7
2.2	ESPECÍFICOS	7
3	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
3.1	El chile huacle.....	8
3.1.1	Morfología.....	8
3.2	Poda.....	9
3.2.1	Poda en <i>Capsicum spp</i>	10
3.3	Densidad de plantación.....	11
3.3.1	Densidad de plantación en <i>Capsicum spp</i>	13
3.4	Intercepción de la radiación.....	13
3.5	Área foliar.....	14
3.6	Índice de Área Foliar.....	14
4	MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1	Manejo del cultivo.....	16
4.2	Densidad de plantación.....	17
4.3	Intensidad de Poda.....	17
4.4	Diseño de tratamientos y diseño experimental	18
4.5	Análisis experimental	19
4.6	Variables.....	19

4.6.1	Producción.....	19
4.6.2	Características vegetativas.....	20
4.6.3	Características de fruto	20
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
6	CONCLUSIONES.....	33
7	BIBLIOGRAFÍA	34

2 ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 5.1.	Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento y número de frutos de chile huacle.....	21
Cuadro 5.2.	Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el rendimiento (g planta^{-1}) de chile huacle.	22
Cuadro 5.3.	Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el rendimiento por superficie (g m^{-2}) de chile huacle.	23
Cuadro 5.4.	Valores de algunas características morfológicas de frutos de chile al evaluar cuatro densidades de plantación (plantas m^{-2}) y tres intensidades de poda (tallos secundarios planta^{-1}).	25
Cuadro 5.5.	Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el peso seco de fruto (g) de chile huacle.	26
Cuadro 5.6.	Variables de calidad de frutos de chile huacle al evaluar cuatro densidades de plantación (plantas m^{-2}) y tres intensidades de poda (tallos secundarios planta^{-1}).	29

3 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.4.1. Mapa de ubicación de los municipios correspondientes a la región de los Valles Centrales de Oaxaca.....	16
Figura 5.1. Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento (g planta^{-1}) del cultivo de chile huacle.	22
Figura 5.2. Figura 5.2. Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento por superficie (g m^{-2}) del cultivo de chile huacle.....	23
Figura 5.3. Peso seco de fruto (g) y rendimiento en seco por planta (g) obtenidos al evaluar diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en chile huacle.....	26
Figura 5.4. Largo y ancho de los frutos (cm) obtenidos de las plantas sometidas a diferentes densidades e intensidades de poda.....	27
Figura 5.5. Altura de plantas de chile huacle bajo diferentes densidades de plantación e intensidades de poda.....	29
Figura 5.6. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle podadas a dos tallos secundarios, bajo cuatro densidades de plantación.....	31
Figura 5.7. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle podadas a cuatro tallos secundarios, bajo cuatro densidades de plantación.....	31
Figura 5.8. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle sin poda, bajo cuatro densidades de plantación.....	32

1 INTRODUCCION.

México es considerado uno de los centros de origen del chile (*Capsicum* spp.) y cuenta con la mayor variabilidad genética de *Capsicum annuum* L. a nivel mundial, con más de 40 tipos de chiles; de estos, el serrano, jalapeño, ancho, pasilla, guajillo y de árbol son los que cuentan con una mayor superficie sembrada en el país (CONAPROCH, 2009).

En el 2007, se sembraron en el país alrededor de 200 mil ha de Chile; destacando por superficie sembrada y cosechada las entidades de Zacatecas Chihuahua, Sinaloa, San Luís Potosí, y Veracruz. (SIAP, 2009) En el mismo año, Oaxaca ocupó el 16° lugar nacional en superficie sembrada con un aproximado de 2,000 ha (SIAP, 2009) dedicadas principalmente a los tipos jalapeño, de agua, taviche, soledad, costeño y huacle (Castro *et al.*, 2007).

Desde tiempos prehispánicos, el chile ha constituido parte importante de la alimentación y cultura de los mexicanos (Long, 1986). En Oaxaca, destaca el chile huacle o chilhuacle al formar parte indispensable en la elaboración del mole negro, una de las especialidades culinarias del estado (Agroproduce, 2005).

En la actualidad el cultivo de chile huacle se restringe a pequeñas superficies a cielo abierto en la región de la Cañada que no sobrepasan las 50 has en total, donde los productores hacen un uso moderado de agroquímicos y utilizan riego rodado o por gravedad, y en las que de acuerdo a la Asociación de Productores de Chile Huacle, se obtienen rendimientos aproximados de 1 ton ha⁻¹ de fruto seco con calidad comercial (Max, 2009).

Existen un sin número de dificultades en su proceso productivo; dentro las que sobresalen la incidencia de enfermedades y plagas del fruto, prácticas de manejo y de postcosecha anticuadas (Agroproduce, 2005), carencia de genotipos mejorados, así como una escasez de agua de riego debido a las lluvias erráticas, lo que ha causado una reducción considerable en la superficie sembrada y cosechada en los últimos años (Max, 2009) a pesar de los altos precios que llega a alcanzar en el mercado (Andres, 2006).

La utilización de los sistemas protegidos busca ofrecer una barrera entre el cultivo y los factores climáticos y bióticos que pudieran afectarlo. Diversos autores (Sedgley, 1991; Díaz *et al.*, 1999; Jovicich *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 1999) mencionan que la utilización de ambientes controlados, como cultivo en invernadero, acolchado, macrotúneles, etc. bajo un adecuado manejo agronómico, puede aumentar la producción y/o mejorar la calidad de los frutos en los cultivos hortícolas. Esto se ha demostrado en jitomate (Sanchez *et al.*, 1999), pimiento (Díaz *et al.*, 1999; Guo *et al.*, 1991; Cebula, 1995; Gaye *et al.*, 1991), y pepino (Abdelwahab, 1995), entre otros.

El chile huacle (*Capsicum annum* L.) es de la misma especie que el pimiento, el cual es la especie de *Capsicum* con mayor superficie sembrada bajo invernadero a nivel mundial (Gamayo, 2006), por lo que las prácticas agronómicas aplicadas al pimiento podrían ser utilizadas como referencia para la introducción del cultivo de chile huacle a este sistema de cultivo.

Debido a esto el presente trabajo pretende obtener información útil respecto a dos prácticas de manejo agronómico utilizadas en la producción de pimiento, para el establecimiento de chile huacle bajo condiciones controladas de invernadero y cultivo sin suelo. De esta forma, se contemplan los siguientes objetivos:

2 OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Conocer el comportamiento del cultivo sin suelo de chile huacle (*Capsicum annum* L.) a diferentes densidades de plantación y podas, bajo condiciones de invernadero.

2.2 ESPECÍFICOS

Evaluar cuatro densidades de población y su efecto sobre algunas características productivas, vegetativas y del fruto del cultivo de chile huacle.

Evaluar tres intensidades de poda y su efecto en algunas características productivas, vegetativas y del fruto del cultivo de chile huacle.

Evaluar el efecto de la interacción entre densidad de población e intensidades de poda en algunas características productivas, vegetativas y del fruto del cultivo de chile huacle.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El chile huacle

El chile es una de las primeras plantas domesticadas que se cultivan en México y en el mundo, debido a su gran diversidad genética, podemos encontrar frutos de diferentes formas, tamaños, colores, aromas, sabores y grados de pungencia (Ramiro, 2003). Este condimento ha constituido parte importante de la alimentación y cultura de los mexicanos hasta la actualidad (Long, 1986).

La gran diversidad de morfotipos de chiles que se encuentra en el estado de Oaxaca no se conoce aún (Ramírez *et al.*, 2000), y algunos sólo se encuentran cultivados en regiones específicas, como es el caso del chile de agua en Valles Centrales, el costeño en La Costa o el huacle en La Cañada (López, 2004).

La importancia del chile huacle radica en que es un condimento indispensable para la elaboración del mole negro, una de las especialidades culinarias del estado de Oaxaca y por tanto forma parte de la riqueza cultural del estado (Agroproduce, 2005).

Su cultivo se limita a una superficie de 50 a 25 has en la región de la Cañada y cuyo proceso productivo involucra condiciones de riego rodado, un moderado uso de agroquímicos, principalmente fertilizantes inorgánicos, fungicidas e insecticidas para evitar los constantes problemas fitosanitarios (Agroproduce, 2005).

En la actualidad la superficie sembrada y el número de productores ha disminuido considerablemente debido a las escasas lluvias y las altas temperaturas que no permiten obtener cosechas y que es el principal problema que enfrenta este cultivo (Max, 2009).

3.1.1 Morfología

Andres (2006), en su caracterización de diversos genotipos regionales de chile, menciona que el chile huacle presenta características de hábito de crecimiento erecto, tallos angulosos o cilíndricos de color verde en la mayoría de los casos y pubescencia escasa, las hojas son de forma ovalada de

coloración verde oscuro, margen laminar entero, pubescencia escasa y pedúnculo no erecto (Figura 3.1). Se ubica una sola flor por axila en posición intermedia, las anteras y filamentos son amarillos y en menor medida, las anteras pueden presentar una coloración azul pálido, la corola es de color amarillo claro o blanco (Figura 3.2). Los frutos son de forma acampanulada, de posición pendiente, color verde en el estado intermedio y en el estado maduro de color rojo oscuro, casi negro. No presentan cuello en la base del fruto y en la mayoría de los casos presenta de tres a cuatro lóbulos.



Figura 3.1. Planta de chile huacle (*Capsicum annum* L.) con frutos maduros.



Figura 3.2. Inflorescencia de la planta de chile huacle (*Capsicum annum* L.).

3.2 Poda.

En la producción vegetal bajo invernadero, las ganancias dependen enormemente de un alto rendimiento y calidad por unidad de área (Jovicich *et al.*, 1999), la maximización de este rendimiento económico se enfoca a combinar un alto índice de cosecha por planta y una alta

biomasa por unidad de superficie, esto puede lograrse por la vía del mejoramiento genético o mediante prácticas de manejo como el manejo de la densidad de población, las podas y el entutorado en algunas especies olerícolas y frutales (Sanchez *et al.*, 1999).

Halfacre (1979), menciona que la poda en horticultura es una práctica cultural que consiste en la eliminación de algunas partes de la planta, tales como yemas, brotes desarrollados, raíces y frutos. Sirve para obtener plantas equilibradas y vigorosas, mantener una forma deseable, controlar dirección y cantidad del crecimiento, y disminuir la competencia entre los órganos de la planta regulando el balance entre crecimiento reproductivo y vegetativo (Molina, 2000), influye en el número y en la cantidad de flores y frutos (Almaguer, 1998), y aumenta la ventilación en las partes bajas de la planta (Serrano, 1996).

De acuerdo a Maldonado (1991), con la práctica de la poda se modifica el hábito natural de crecimiento de las plantas, lo cual tiene efectos directos e indirectos sobre procesos fisiológicos como la fotosíntesis, respiración, balance hormonal, almacenamiento de carbohidratos, contenido de agua y minerales en hojas y frutos, entre otros procesos importantes con lo que según Serrano (1979), se obtiene una mayor precocidad en la obtención de la cosecha, mayor calidad de los frutos con mayor tamaño y uniformidad, facilidad en las prácticas de cultivo, mejor control de plagas y enfermedades.

La importancia de la intensidad de la poda es que altera substancialmente el equilibrio entre raíz y tallo al haber una alteración en el patrón de división de asimilados (Pessaraki, 2002); de esta forma, el crecimiento vegetativo y de fructificación no disminuye en proporción a la pérdida de área foliar porque hay un incremento en la utilización de carbohidratos almacenados desde un sistema radical no alterado a una reducida superficie aérea (Pessaraki, 2002; Rivera, 1998).

3.2.1 Poda en *Capsicum* spp.

Actualmente la poda es una práctica que no está muy difundida en el cultivo del chile, no obstante es una práctica común en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero (Serrano, 1979).

En algunos invernaderos comerciales, el desarrollo del cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L) está controlado por un patrón de poda a dos, tres o cuatro tallos principales (Jovicich *et al.*, 1999), con el objetivo de concentrar la producción en las ramificaciones más fuertes (Urrestarazu *et al.*, 2002).

Cualquier variedad de chile suele emitir una o varias flores en la cruz o primera ramificación de la planta, por lo que cuando cuajan estas flores y comienzan a desarrollar el fruto, la planta está iniciando apenas su desarrollo vegetativo (Serrano, 1979). Es aconsejable cortar esas flores o frutos recién cuajados que se forman en la cruz para favorecer un crecimiento vegetativo inicial vigoroso, capaz de soportar la producción (Serrano, 1996).

Al evaluar intensidades de poda sobre pimiento bajo invernadero, Jovicich *et al.* (1999), Onis *et al.* (2001) y Shetty *et al.* (2008) encontraron mayores rendimientos por planta, y un aumento en número de frutos, así como un incremento en peso fresco de fruto respectivamente al podar las plantas a cuatro tallos en comparación a las plantas podadas a dos tallos.

En diversas especies de *Capsicum*, una mayor intensidad de poda se correlaciona con un menor número de frutos por planta, pero esto se compensa con un mayor peso de los mismos (Jaimez *et al.*, (2002); Tsedal (2004); Rojas *et al.* (2008))

3.3 Densidad de plantación

La densidad de plantación junto con la nutrición, cultivar y el sistema de cultivo, es uno de los factores que influyen en la producción, la calidad, y bastante a menudo la precocidad de los cultivos (Agarwal *et. al*, 2007). El espaciado entre plantas es de particular importancia en la producción vegetal en invernadero, debido a los altos costos de producción (Borka, 1971), pues permite optimizar la superficie cultivada y maximizar el rendimiento en cultivos intensivos (Castro, 2004).

En las plantas de crecimiento vertical, la determinación del número de plantas por unidad de área depende de un número de factores. Además del hábito, el método individual de crecimiento, duración, periodicidad, etc. (Borka, 1971).

En el cultivo del chile, una baja densidad de plantación promueve un mayor tamaño y calidad comercial de fruto pero pocos frutos por superficie; sin embargo, con una alta densidad habrá un mayor rendimiento por unidad de superficie y bajará la calidad del fruto en cuanto a su tamaño (Castro, 2004).

De acuerdo con Donald y Hamblin (1983) mencionados por Sanchez *et al.*, (1999), las plantas que pueden dar el mayor rendimiento por unidad de superficie en un ambiente no restringido, son aquellas que por sus características morfológicas compiten al mínimo y sufren la menor interferencia de sus vecinas, pero que por su alta eficiencia fisiológica explotan al máximo el ambiente que les rodea y optimizan la movilización de asimilados hacia el fruto.

Las estrategias de manejo durante el ciclo productivo de un cultivo pueden producir efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, estas variaciones morfológicas pueden ser modificadas por la densidad de siembra al producir una competencia por luz, agua, dióxido de carbono o nutrimentos (Díaz *et al.*, 1999).

Dentro de ciertos límites, al aumentar la densidad de plantación, el rendimiento por unidad de superficie aumenta debido a un mayor número de frutos por unidad de superficie; sin embargo, el rendimiento por planta disminuye como consecuencia de un menor número de frutos por planta y un menor peso y tamaño de éstos (Ucan *et al.*, 2005).

Una adecuada densidad y disposición de las plantas, que optimice la intercepción de radiación, permitirá incrementar la fotosíntesis para, con posteridad y mediante técnicas de cultivo adecuadas, derivar la distribución de asimilados al fruto (Castilla, 1994). Sin embargo, la densidad de plantación más allá de cierto valor puede producir una mala ventilación (Urrestarazu, 2004).

Por otro lado Sánchez *et al.*, (1999) al evaluar dos densidades de plantación en tomate encontraron diferencias significativas en el rendimiento y número de frutos, resultando superior la densidad de 25 plantas m⁻² podando a una inflorescencia por planta.

3.3.1 Densidad de plantación en *Capsicum* spp.

La densidad de plantación en un cultivo de pimiento bajo invernadero es normalmente de 2 plantas m^{-2} , aunque según el número de tallos por planta se puede variar la densidad hasta 3 plantas m^{-2} (Urrestarazu, 2004).

Jovicich *et al.* (1999) al evaluar tres densidades de plantación en pimiento bajo invernadero, encontró un mayor rendimiento por unidad de superficie y por planta al utilizar una densidad de 4 plantas m^{-2} . Así mismo, Dasgan y Abak (2003) evaluando pimiento bajo tres densidades, obtuvieron un mayor rendimiento por unidad de superficie con 8 plantas m^{-2} .

Guo *et al.*, (1990) reportaron que en plantas de pimiento el mayor rendimiento total puede ser obtenido de plantas podadas a dos tallos bajo una densidad de 4 plantas m^{-2} .

3.4 Intercepción de la radiación

Gardner *et al.*, (1985) mencionan que el rendimiento es una acumulación de materia seca en el tiempo, así la producción final de biomasa de un cultivo resultará de la eficiencia con que éste haya utilizado la radiación solar para la fijación del CO_2 y el tiempo durante el cual esta eficiencia se haya mantenido, así como de la acumulación neta del CO_2 asimilado durante todo el ciclo de crecimiento.

Las prácticas culturales tienen el potencial de influir en el índice de cosecha y han sido dirigidas principalmente a incrementar la biomasa incrementando la densidad de plantación o mediante el uso de fertilizantes y/o el agua (Pessarakli, 2002).

El rendimiento máximo de una planta individual es disminuido por el incremento en la competencia producto del aumento de la densidad de plantas. Esto puede ser definido como factor de competencia (Gardner *et al.*, 1985).

La capacidad funcional de las plantas para fijar carbono depende de la cantidad de radiación interceptada durante su ciclo. La cantidad de energía luminosa aprovechada depende de la

radiación que incide sobre el cultivo y de su dinámica de intercepción, ambas condicionadas por la latitud, estación del año y por la estructura del cultivo (Carnicer *et al.*, 2008).

Andrade *et al.*, (2000) Gardner *et al.*, (1985) mencionan que uno de los principales objetivos del manejo de densidades y las podas en los cultivos es acelerar la cobertura del suelo y lograr que las hojas intercepten la mayor parte de la radiación solar incidente.

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Los cultivos eficientes tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar (Gardner *et al.*, 1985).

Una intercepción eficiente de la radiación incidente sobre la superficie del cultivo requiere una adecuada área foliar y distribuida uniformemente para lograr una cobertura completa del suelo. Esto se hace posible con el manejo de la densidad de plantas y su distribución sobre la superficie del terreno (Gardner *et al.*, 1985).

3.5 Área foliar

Se refiere a la cantidad de superficie de tejido fotosintetizador (hoja) que una planta posee y determina la cantidad de luz que intercepta una planta (De Swart, 2007) consecuentemente afectando la transpiración, fotosíntesis y productividad de la planta (Azofeifa y Moreira, 2004). Las prácticas de manejo como densidad de plantas y fecha de siembra afectan marcadamente el área foliar por planta (Andrade *et al.*, 2000).

3.6 Índice de Área Foliar

Relaciona la extensión de la superficie asimilatoria con la superficie de suelo ocupado por la proyección de la misma. Sus valores expresan la magnitud del área fotosintetizante expuesta por el cultivo a la radiación solar incidente (Andrade *et al.*, 2000).

Varía con el estado de desarrollo del cultivo (aumenta con la aparición de hojas y el crecimiento foliar y disminuye con la senescencia de las hojas) y con las condiciones ambientales. Un incremento del IAF provoca un aumento importante de la proporción de la luz incidente que es interceptada por los cultivos (Andrade *et al.*, 2000).

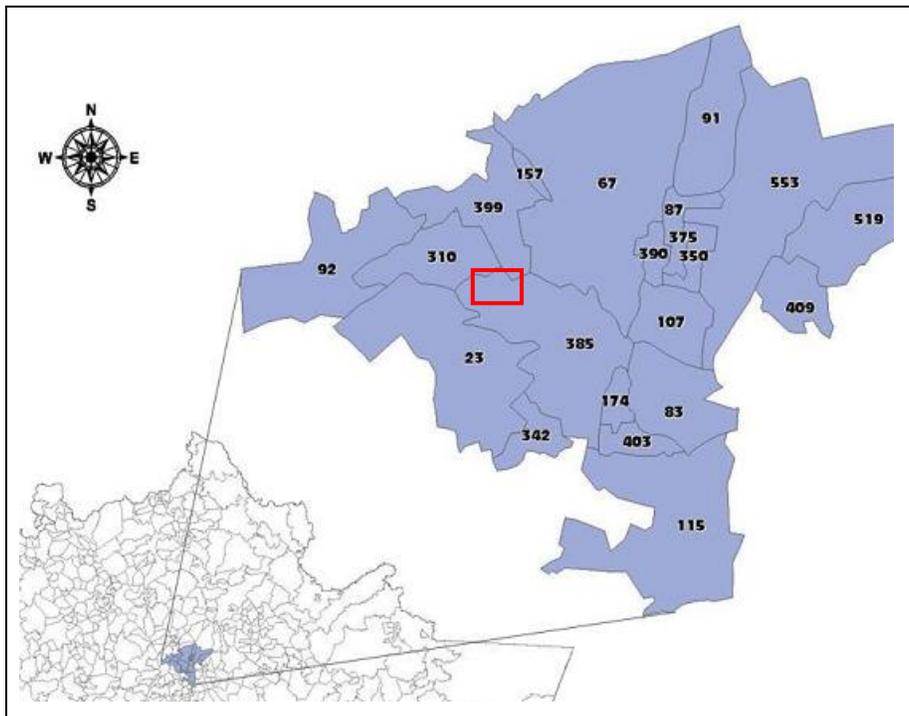
El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y puede ayudar a entender la relación entre la acumulación de biomasa, rendimiento y el manejo del cultivo. El aumento de la capacidad de interceptación del cultivo posibilita una captación más eficiente de la radiación en el período vegetativo y una mayor eficiencia de conversión en materia seca. La interceptación de luz por un cultivo depende de su índice de área foliar (IAF) (Carnicer *et al.*, 2008).

Acosta *et al.* (2008), encontraron una relación positiva entre el rendimiento de grano y el IAF en plantas de frijol.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional - Unidad Oaxaca, dependiente del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN-OAXACA), localizado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán en la región de los Valles Centrales, perteneciente al Distrito del Centro del Estado de Oaxaca, México. En las coordenadas 96° 44' longitud oeste, 17° 02' latitud norte a una altura aproximada de 1,530 metros sobre el nivel del mar. (Figura 4.1).

Figura 4.4.1. Mapa de ubicación de los municipios correspondientes a la región de los Valles Centrales de Oaxaca.



385: Sta Cruz Xoxocotlan

4.1 Manejo del cultivo

Las semillas se obtuvieron de un productor de chile huacle de Cuicatlán, Oaxaca en la región de la Cañada. La siembra se realizó el día 6 de mayo del 2009 en charolas de 200 cavidades, utilizando la mezcla Grow mix (turba) y perlita a una proporción 3:1.

Para el establecimiento de las plantas, se utilizó un invernadero tipo túnel con ventilación cenital y lateral donde se acomodaron bolsas de polietileno de 17 litros, utilizando perlita como sustrato y donde se trasplantaron las plántulas en sus respectivas densidades manteniendo un espaciamiento de 1.25 m entre hileras.

Para la nutrición de las plantas se utilizó un sistema de fertirriego con la solución tipo recomendada por Escobar (1993) para el cultivo sin suelo de pimiento sobre perlita, la cual se muestra en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Niveles de nutrientes de la solución nutritiva a utilizar en el cultivo de chile huacle.

mmol L ⁻¹						
NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
13.5	1.5	1.35	-	5.5	4.5	1.5

4.2 Densidad de plantación

Las diferentes densidades de plantación se obtuvieron manejando las distancias entre bolsas y el número de plantas por bolsa, de este modo, para obtener la densidad de 2 plantas m⁻², se colocaron tres bolsas en un metro lineal con una planta por bolsa; para obtener 4 plantas m⁻² se usó la misma distribución de bolsas pero con dos plantas por bolsa. Para obtener 2.6 plantas m⁻², se ubicaron cuatro bolsas en un metro lineal con una planta por bolsa y dos plantas por bolsa para obtener la densidad de 5.3 plantas m⁻².

4.3 Intensidad de Poda

Se utilizó el sistema tradicional u horizontal de entutorado, y las intensidades de poda se manejaron de acuerdo a lo recomendado por Urrestarazu *et al.*, (2002) en cultivo de pimiento (*Capsicum* spp.), eliminando los tallos secundarios necesarios según el tratamiento, como se muestra en las figuras 4.2 a 4.4:

Figura 4.2. Planta de chile huacle con una intensidad de poda a dos tallos secundarios.

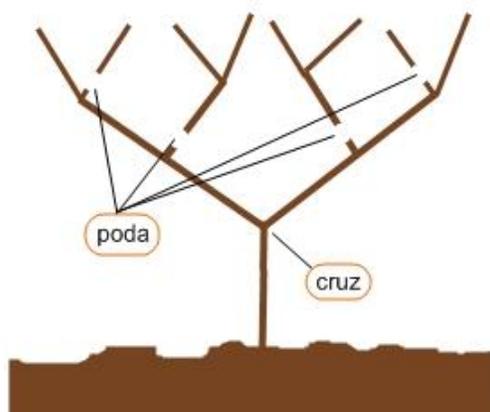


Figura 4.3. Planta de chile huacle con una intensidad de poda a cuatro tallos secundarios.

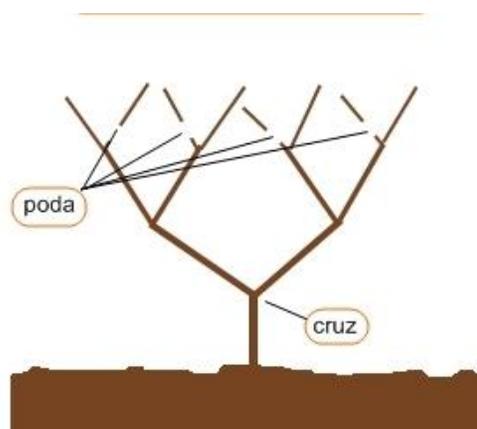
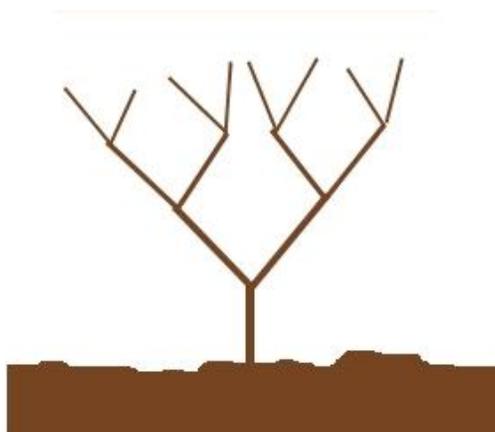


Figura 4.4. Planta de chile huacle sin poda.



4.4 Diseño de tratamientos y diseño experimental.

El diseño utilizado fue un bifactorial completamente al azar, con un total de 12 tratamientos (Cuadro 4.2) y ocho repeticiones. La unidad experimental y de muestreo la constituyó una planta de chile huacle.

El factor densidad de población constará de cuatro niveles: 2, 2.6, 4 y 5.3 plantas m^{-2} , mientras que el factor intensidad de poda tendrá tres niveles: 2 y 4 tallos secundarios y el nivel sin poda.

Cuadro 4.2. Tratamientos a evaluar sobre el cultivo de chile huacle.

Tratamiento	Densidad de población (plantas m ⁻²)	Intensidad de poda (Número de tallos secundarios)
T1	2	2
T2	2.6	2
T3	4	2
T4	5.3	2
T5	2	4
T6	2.6	4
T7	4	4
T8	5.3	4
T9	2	Sin poda
T10	2.6	Sin poda
T11	4	Sin poda
T12	5.3	Sin poda

4.5 Análisis experimental

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics 4.1, utilizando un análisis unifactorial para analizar los tratamientos en conjunto y uno bifactorial para comprobar las posibles interacciones entre los dos factores evaluados (densidad de plantación e intensidad de poda).

4.6 Variables

4.6.1 Producción

- Rendimiento por planta (g planta⁻¹), el cual se tomó pesando los frutos maduros totales de cada planta hasta el final del ciclo productivo.
- Rendimiento por superficie (g m⁻²), se determinó mediante el uso del rendimiento por planta y la densidad de plantación.
- Numero de frutos por planta, se contaron manualmente el número total de frutos maduros hasta el final del ciclo productivo.
- Número de frutos por metro cuadrado, multiplicando el número de frutos por planta por la densidad de plantación.

4.6.2 Características vegetativas

- Altura de planta (cm), al final del ciclo productivo se tomó la altura de cada planta desde la base del tallo hasta la yema vegetativa más lejana con la ayuda de una cinta métrica.
- Área foliar. Se estimó el área foliar por planta en la mitad del ciclo productivo para utilizarla en la determinación del IAF; se usó el modelo matemático propuesto por De Swart (2007) para el método no destructivo de obtención de área foliar en *Capsicum* spp:

$$AF = 0.61906 \cdot L \cdot W + 0.2060 \cdot W^2 - 0.5142 \cdot W$$

Donde:

AF = Área foliar; L = Largo de la hoja; W = Ancho de la hoja.

- Índice de área foliar. Se estimó según Escalante y Kohashi (1993) mediante la ecuación:

$$IAF = \frac{AF \cdot DP}{10000 \text{ cm}^2}$$

Donde:

IAF = Índice de área foliar, AF = área foliar por planta (cm²) y DP = número de plantas m⁻².

4.6.3 Características de fruto

- Longitud de fruto (cm), de acuerdo a la NMX-FF-107/1-SCFI-2006, se colocó el fruto en una superficie horizontal plana, con un vernier electrónico se tomó la medida de la longitud de la base al ápice del fruto sin considerar el pedúnculo.
- Ancho de los hombros del fruto (cm), siguiendo las mismas especificaciones que para la longitud, se midió el diámetro en la parte de mayor amplitud del fruto (hombro del fruto).
- Peso seco de fruto (g), una vez pesados en fresco, y como proponen Rojas *et al.* (2008) en su metodología, cada uno de los frutos se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a la estufa de secado hasta que obtuvieron un peso constante, momento en el cual se volvieron a pesar.
- Grosor del pericarpio (mm), tomando el promedio de dos medidas en dos lóculos en el centro del fruto cuando éste se encuentre fresco, tras cortar por un plano perpendicular al eje central del fruto.
- Sólidos solubles totales (°Brix), la cantidad de SST se medirá en frutos frescos utilizando un refractómetro manual.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 5.1 muestra los resultados obtenidos al evaluar cuatro densidades de plantación (plantas m⁻²) y tres intensidades de poda (tallos planta⁻¹) y sus efectos en la producción de chile huacle (*Capsicum annuum* L.) cultivado en invernadero.

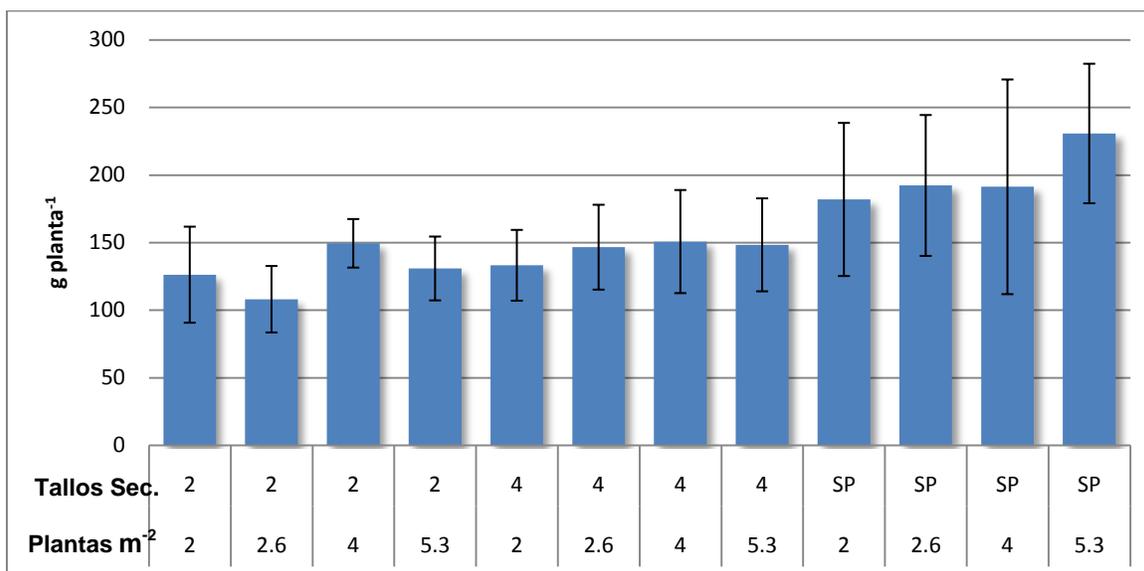
Cuadro 5.1. Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento y número de frutos de chile huacle.

Densidad de plantación (Plantas m ⁻²)	Intensidad de poda (TS)	Rendimiento por planta (g)	Rendimiento por superficie (g m ⁻²)	Frutos por planta (Número)	Frutos por superficie (Número m ⁻²)
2	2	126.32 b	252.63 d	3.6 c	7.2 d
2.6	2	108.16 b	281.20 d	3.6 c	9.3 c
4	2	149.52 b	598.07 c	4.0 b	16.0 b
5.3	2	130.90 b	693.76 c	3.5 c	18.5 b
2	4	133.26 b	266.52 d	4.8 b	9.6 c
2.6	4	146.65 b	381.28 d	4.3 b	11.2 c
4	4	150.82 b	603.26 c	4.6 b	18.4 b
5.3	4	148.39 b	786.46 b	5.0 b	26.5 a
2	SP	181.95 b	363.90 d	5.3 b	10.6 c
2.6	SP	192.32 b	500.02 d	5.8 b	15.1 b
4	SP	191.31 b	765.24 b	5.3 b	21.2 b
5.3	SP	230.75 a	1222.99 a	7.0 a	37.1 a
Significancia		*	*	*	*

Significancia basada en el análisis Tukey, 0.05; Valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales; TS = Tallos Secundarios, SP = Sin Poda.

Como se observa en el cuadro 5.1, hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento de las plantas sometidas a diferentes intensidades de poda y densidades de plantación; el mayor rendimiento de fruto en fresco (230.7 g planta⁻¹) se obtuvo en las plantas sin poda y con la mayor densidad de plantación (5.3 plantas m⁻²), el resto de los tratamientos mantuvieron valores estadísticamente iguales en el rendimiento aunque con una clara tendencia a disminuir conforme se aumentaba la intensidad de poda y la densidad de plantación (Figura 5.1), aunque como se observa en el cuadro 5.2, el único factor que afectó estadísticamente el rendimiento por planta fue la intensidad de poda.

Figura 5.1. Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento (g planta^{-1}) del cultivo de chile huacle.



SP= Sin Poda.

Cuadro 5.2. Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el rendimiento (g planta^{-1}) de chile huacle.

DENSIDAD DE PLANTACIÓN (Plantas m ⁻²)	INTENSIDAD DE PODA (Número de tallos secundarios)			PROMEDIO
	2	4	SP	
2	126.32	133.26	181.95	147.1 a
2.6	108.16	146.65	192.32	149.0 a
4	149.52	150.82	191.31	163.8 a
5.3	130.90	148.39	230.75	170.0 a
PROMEDIO	128.7 b	144.7 b	199.1 a	

Valores medios con la misma letra en las últimas columna y fila son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); SP = Sin Poda.

Por otro lado, en el rendimiento por superficie se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) (Cuadro 5.1), siendo que el mayor rendimiento (1222.9 g m^{-2}) se obtuvo con una densidad de 5.3 plantas m^{-2} sin poda, mientras que en los tratamientos con 2 y 4 tallos secundarios y con 2 y 2.6 plantas m^{-2} el rendimiento (g m^{-2}) disminuyó considerablemente, hasta un 80% en plantas con 2 tallos secundarios en la menor densidad de plantación. En esta variable productiva, se encontró que los efectos separados de la densidad de plantación y de la intensidad de poda tuvieron

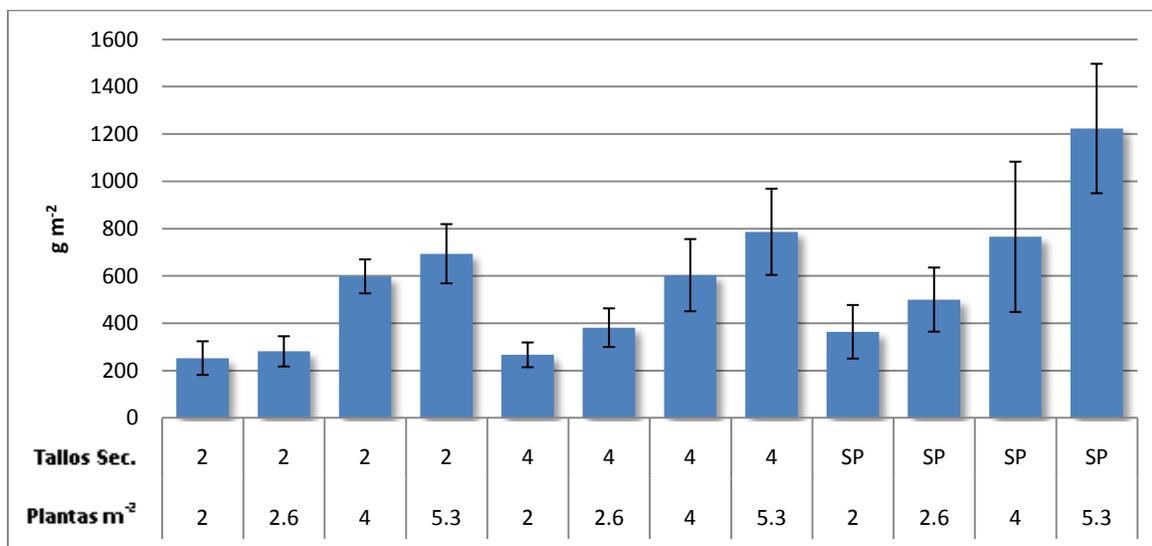
significancia estadística en los resultados obtenidos (Cuadro 5.3), estos resultados pueden observarse con mayor claridad en la figura 5.2.

Cuadro 5.3. Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el rendimiento por superficie (g m^{-2}) de chile huacle.

DENSIDAD DE PLANTACIÓN (Plantas m^{-2})	INTENSIDAD DE PODA (Número de tallos secundarios)			PROMEDIO
	2	4	SP	
2	252.63	266.52	363.90	294.35 c
2.6	281.20	381.28	500.02	387.50 c
4	598.07	603.26	765.24	655.52 b
5.3	693.76	786.46	1222.99	901.07 a
PROMEDIO	456.41 b	509.38 b	713.04 a	

Valores medios con la misma letra en las últimas columna y fila son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); SP = Sin Poda.

Figura 5.2. Figura 5.2. Respuesta a diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en el rendimiento por superficie (g m^{-2}) del cultivo de chile huacle.



SP= Sin Poda.

En el número de frutos por planta (Cuadro 5.1), a una mayor densidad de plantación y a una menor intensidad de poda se obtuvo la mayor cantidad de frutos, sobresaliendo

considerablemente las plantas sin poda a 5.3 plantas m^{-2} con 7 frutos por planta en promedio, en comparación a los 3.5 frutos por planta obtenidos en las plantas a dos tallos con la misma densidad de plantación.

La cantidad de frutos por m^2 se incrementó en un 80.5% entre las plantas sin poda colocadas en la mayor densidad (5.3 plantas m^{-2}) y las plantas con dos tallos secundarios con una densidad de 2 plantas m^{-2} .

De esta forma, las plantas que no se podaron obtuvieron un mayor rendimiento por planta y por superficie, así como un mayor número de frutos en comparación a las plantas que recibieron algún tratamiento de poda, esto concuerda con Maldonado (1991), Almaguer (1998) y Molina (2000), quienes afirman que la poda tiene efectos directos e indirectos sobre procesos fisiológicos que regulan el balance entre crecimiento reproductivo y vegetativo influyendo de esta forma en el número y cantidad de flores y frutos. Así mismo, como lo mencionan Ucan *et al.*, (2005), al eliminar ramas secundarias mediante la práctica de la poda, se eliminan gran cantidad frutos potenciales.

Estos resultados concuerdan igualmente con los obtenidos por Jaimez *et al.*, (2002), Tsedal (2004) y Rojas *et al.* (2008) quienes en diversas especies de *Capsicum*, encontraron que una mayor intensidad de poda se correlaciona con un menor rendimiento por planta.

El rendimiento por superficie aumentó considerablemente al incrementar la densidad de plantación, obteniendo hasta 80% más de producción por metro cuadrado en la densidad de 5.3 plantas m^{-2} en comparación a la de 2 plantas m^{-2} , lo que Cruz *et al.*, (2009) le atribuyen a que se logra una distribución de la radiación fotosintéticamente activa más equitativa en el dosel, aprovechando de una forma más eficiente el espacio dentro del invernadero.

Cuadro 5.4. Valores de algunas características morfológicas de frutos de chile al evaluar cuatro densidades de plantación (plantas m⁻²) y tres intensidades de poda (tallos secundarios planta⁻¹).

Densidad de plantación (Plantas m ⁻²)	Intensidad de poda (TS)	Peso seco de fruto (g)	Largo de fruto (mm)	Ancho de fruto (mm)
2	2	7.7 a	66.7 c	54.09 a
2.6	2	7.5 b	68.8 b	51.35 b
4	2	7.8 a	62.1 d	48.23 c
5.3	2	7.3 b	69.0 b	54.49 a
2	4	7.6 a	62.8 d	53.38 a
2.6	4	7.6 a	70.6 a	51.07 b
4	4	6.0 d	64.6 c	48.29 c
5.3	4	7.3 b	67.1 c	51.08 b
2	SP	7.1 c	55.7 d	50.58 b
2.6	SP	5.8 d	59.9 d	50.59 b
4	SP	5.9 d	66.1 c	47.80 c
5.3	SP	6.4 d	63.9 d	48.05 c
Significancia		*	*	*

Significancia basada en el análisis Tukey, 0.05; valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales; TS = Tallos Secundarios, SP = Sin Poda.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) en el peso seco de los frutos, los frutos con mayor materia seca se obtuvieron en su mayoría de las plantas podadas a dos y cuatros tallos secundarios, así como de las plantas colocadas a una menor densidad de plantación, mientras que las plantas sin poda fueron las que resultaron con una menor cantidad de materia seca en sus frutos, de ésta forma hay una tendencia a disminuir el peso seco de los frutos conforme aumentan la densidad de plantación y el número de tallos en la planta (Cuadro 5.5).

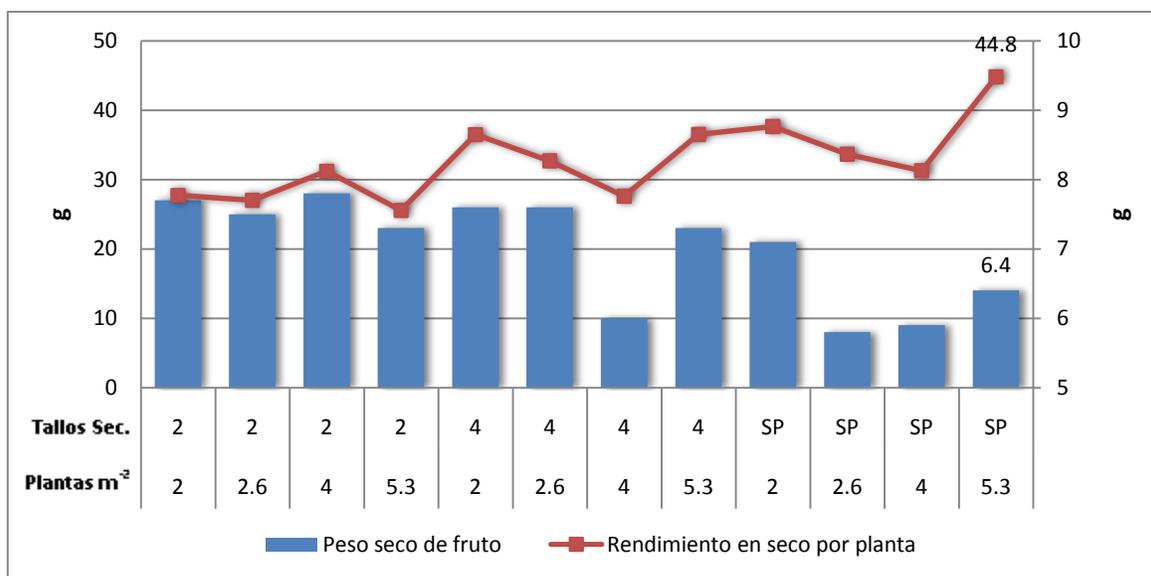
Cuadro 5.5. Efecto separado de los factores intensidad de poda y densidad de plantación en el peso seco de fruto (g) de chile huacle.

DENSIDAD DE PLANTACIÓN (Plantas m ⁻²)	INTENSIDAD DE PODA (Número de tallos secundarios)			PROMEDIO
	2	4	SP	
2	7.7	7.6	7.1	7.5 a
2.6	7.5	7.6	5.8	7.0 b
4	7.8	6.0	5.9	6.6 b
5.3	7.3	7.3	6.4	7.0 b
PROMEDIO	7.6 a	7.1 b	6.3 c	

Valores medios con la misma letra en las últimas columna y fila son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); SP = Sin Poda.

Sin embargo, como se observa en la figura 5.3, a pesar de que en general se obtiene una menor cantidad de materia seca en los frutos individuales que provienen de las plantas sin poda, debido al número de frutos que cada planta produce (Cuadro 5.1), el rendimiento de cada planta se ve aumentado en las que no fueron podadas y principalmente en las que fueron colocadas a una mayor densidad de plantación.

Figura 5.3. Peso seco de fruto (g) y rendimiento en seco por planta (g) obtenidos al evaluar diferentes densidades de plantación e intensidades de poda en chile huacle.

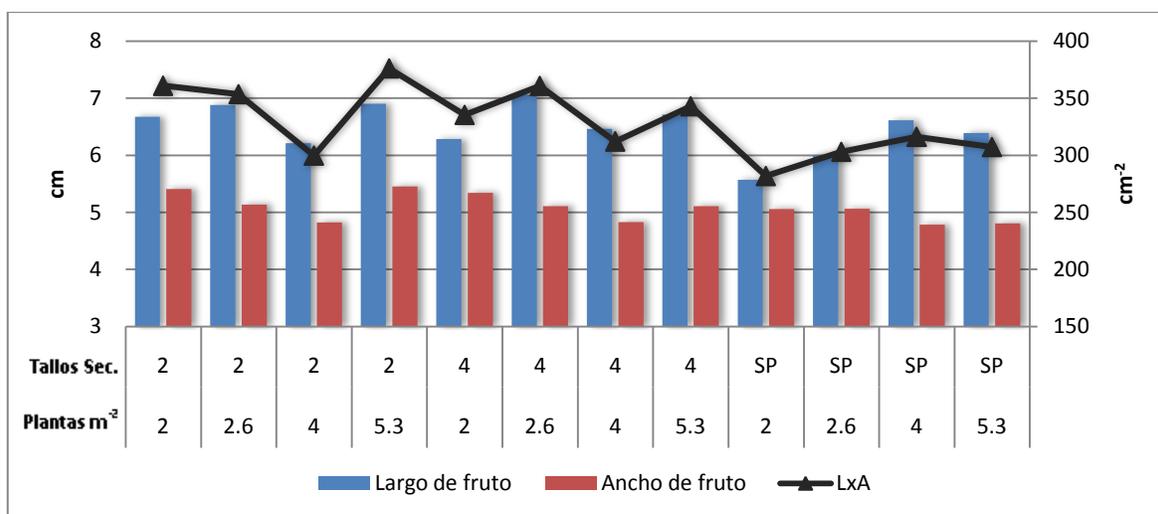


SP= Sin Poda

En cuanto al largo de fruto, se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos, los frutos más largos se encontraron en las plantas con dos y cuatro tallos secundarios y una densidad de plantación de 2.6 y 5.3 plantas m^{-2} , mientras que los frutos menos largos se encontraron mayoritariamente en las plantas sin poda. Los resultados de ancho de fruto fueron similares a los de largo de fruto, encontrando frutos más anchos en las plantas podadas a dos y cuatro tallos con densidad de 2 plantas m^{-2} , mientras que los frutos menos anchos se obtuvieron en su mayoría en las plantas sin poda.

De ésta forma, como se muestra en la figura 5.4, los frutos mas grandes (más largos y anchos) se obtuvieron de las plantas podadas a 2 y 4 tallos, principalmente en las plantas a 2 tallos con una densidad de plantación de 5.3 plantas m^{-2} . Estos resultados coinciden con los obtenidos por Tsedal (2004) quien menciona que los frutos en los cultivos como tomate o chile utilizan una mayor proporción de fotoasimilados, por lo que una variación en el número de frutos provocada por una poda puede influir en el tamaño de los mismos

Figura 5.4. Largo y ancho de los frutos (cm) obtenidos de las plantas sometidas a diferentes densidades e intensidades de poda.



SP= Sin Poda.

Estos resultados muestran que los frutos más grandes y pesados (peso seco) provienen de las plantas podadas a 2 y 4 tallos secundarios, mientras que las plantas que no fueron podadas produjeron frutos pequeños y con poca materia seca, siendo ésta última variable de gran importancia en éste cultivo siendo que los frutos se comercializan en seco.

Sin embargo y como se observa en la figura 5.3, a pesar de producir frutos pequeños y poco pesados, el número de éstos que cada planta produce compensan su peso en el rendimiento total por planta, teniendo las plantas sin poda rendimientos en seco 38% y 25% mayores en comparación a las plantas podadas a 2 y 4 tallos secundarios respectivamente.

Heuvelink (1997) menciona que la poda en tomate puede incrementar la producción de materia seca en los frutos a un punto que el rendimiento total no cambia o incluso llega a incrementarse, esto fue documentado por Tsedal (2004) en los cultivos de tomate y pimiento

Por otro lado, la densidad de plantación también afectó la cantidad de materia seca y el tamaño de los frutos, ya que las plantas colocadas a una menor densidad de plantación, obtuvieron frutos más grandes y con una mayor cantidad de materia seca, disminuyendo estos valores conforme se aumentaba el número de plantas por metro cuadrado. De acuerdo a Gardner *et al.* (1985) y Ucan *et al.* (2005), al incrementar la competencia de radiación debido al aumento de la densidad de las plantas (factor de competencia), se puede afectar el tamaño y peso de los frutos.

En el cuadro 5.6 se observan los datos obtenidos en grosor de pericarpio y sólidos solubles totales como variables de calidad de fruto al evaluar diferentes intensidades de poda y densidades de plantación en el cultivo de chile huacle bajo condiciones de invernadero.

Hubo, diferencias en el grosor del pericarpio de los frutos, encontrando predominantemente una pared más delgada en los frutos provenientes de plantas sin poda colocadas a una densidad de 4 y 5.3 plantas m^{-2} . Resultados similares a los encontrados por Pérez y Castro (1998), quienes mencionan que la poda de brotes laterales en chile manzano incrementa el tamaño de fruto y el grosor del pericarpio.

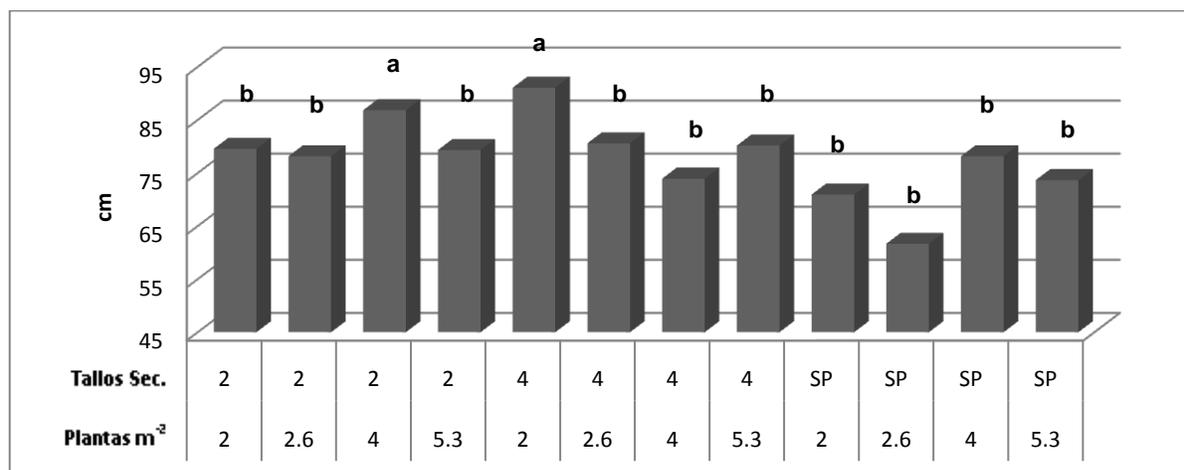
En sólidos solubles totales se observan diferencias estadísticas, conteniendo una mayor cantidad de azúcares los frutos de las plantas sin poda a 4 y 5.3 plantas m^{-2} , mientras que los frutos provenientes de plantas colocadas a densidades menores y con menos tallos secundarios tuvieron una menor cantidad de sólidos solubles totales.

Cuadro 5.6. Variables de calidad de frutos de chile huacle al evaluar cuatro densidades de plantación (plantas m⁻²) y tres intensidades de poda (tallos secundarios planta⁻¹).

Densidad de plantación (Plantas m ⁻²)	Intensidad de poda (TS)	Grosor de pericarpio (mm)	Sólidos solubles totales (°Brix)
2	2	1.9 d	11.7 f
2.6	2	1.8 e	12.5 d
4	2	2.2 a	11.4 f
5.3	2	2.0 c	12.9 c
2	4	2.0 c	12.8 c
2.6	4	2.1 b	12.0 e
4	4	1.9 d	11.2 f
5.3	4	2.0 d	13.3 b
2	SP	1.9 d	10.8 f
2.6	SP	1.9 d	10.8 f
4	SP	1.8 e	13.5 a
5.3	SP	1.6 e	13.6 a
Significancia		*	*

Significancia basada en el análisis Tukey, 0.05; valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales; TS = Tallos Secundarios, SP = Sin Poda.

Figura 5.5. Altura de plantas de chile huacle bajo diferentes densidades de plantación e intensidades de poda.



Valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); SP= Sin Poda.

Se encontraron diferencias en la altura de las plantas (Figura 5.5), siendo más altas las plantas a 2 tallos colocadas a una densidad de 4 plantas⁻², así como las plantas podadas a 4 tallos con una densidad de 2 plantas⁻², mientras que las plantas sin poda resultaron en general de una menor altura, esto puede deberse a que las plantas sin poda tuvieron una mayor cantidad de frutos, los cuales tomaron la mayoría de los fotoasimilados de la planta, dejando poco para el crecimiento vegetativo de la misma, ya que como menciona Tsedal (2004) los frutos son el sumidero de asimilados más importante en las plantas de Chile.

Por otro lado Heuvelink y Buiskool (1995), mencionan que el poco desarrollo vegetativo puede deberse también, al menos parcialmente, a una reducida intercepción de radiación, lo que puede aplicarse a las plantas no podadas que tenían una mayor sombra por hojas y ramas.

En lo que respecta al Índice de Área Foliar (IAF), las figuras 5.6, 5.7 y 5.8 muestran que existe una relación entre el rendimiento por planta, el IAF y la densidad de plantación, ya que puede observarse que en los tres tipos de poda, al aumentar la densidad de plantación, se incrementaba también el IAF y con ella el rendimiento por planta.

También puede observarse que en general los mayores valores de IAF se encontraron en las plantas podadas a 4 tallos especialmente en la densidad de plantación de 5.3 plantas m⁻² con un valor superior a 12, sin embargo el rendimiento por planta no fue el mayor, encontrándose el rendimiento más sobresaliente en las plantas sin poda donde el IAF es considerablemente menor al de las plantas podadas a 2 y 4 tallos secundarios.

Figura 5.6. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle podadas a dos tallos secundarios, bajo cuatro densidades de plantación.

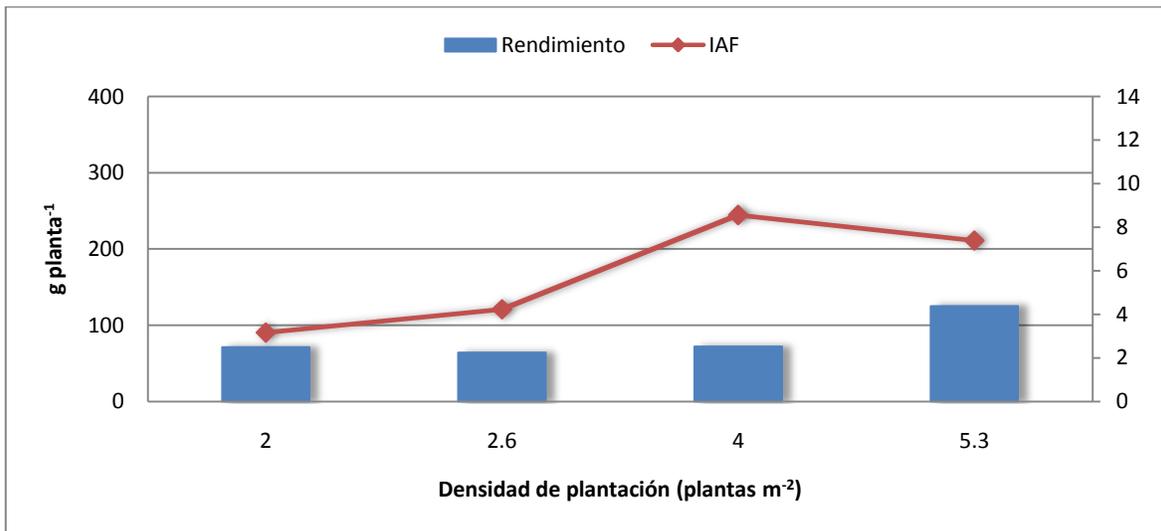


Figura 5.7. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle podadas a cuatro tallos secundarios, bajo cuatro densidades de plantación.

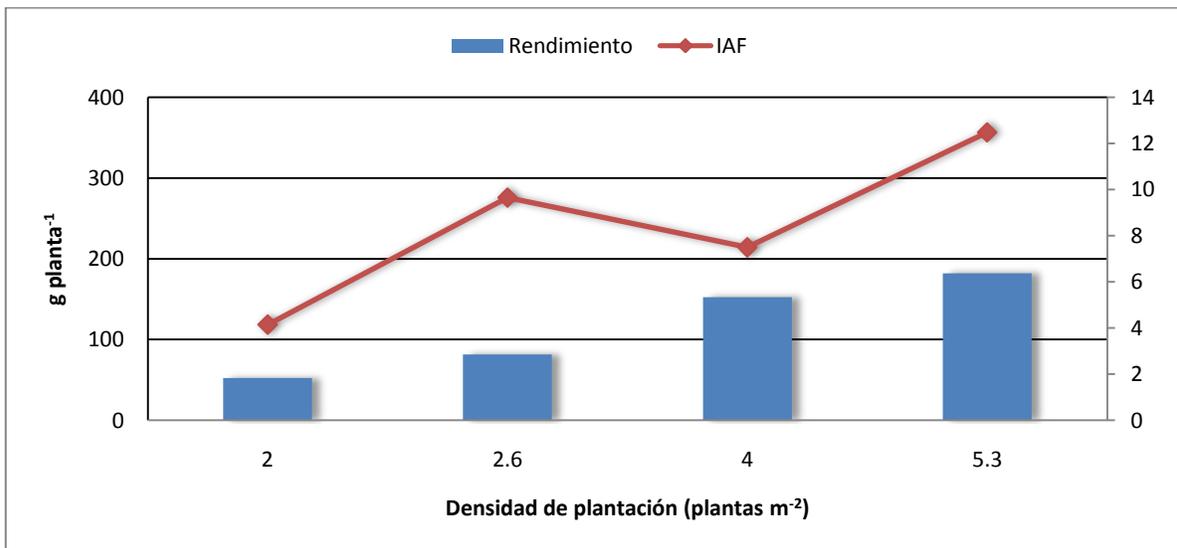
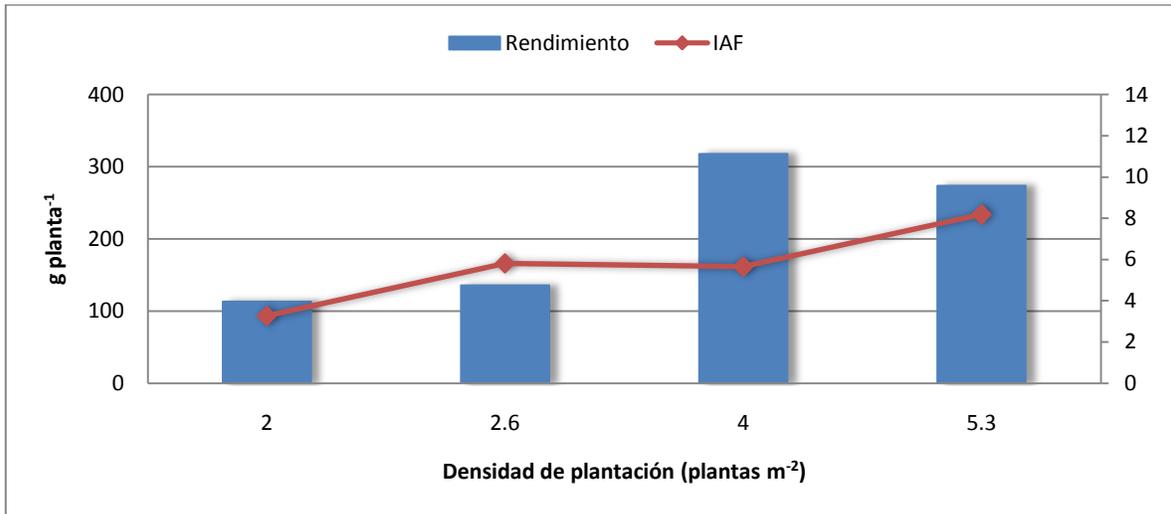


Figura 5.8. Rendimiento e Índice de Área Foliar en plantas de chile huacle sin poda, bajo cuatro densidades de plantación.



Diversos autores como Tsedal (2004) y Huevelink y Buiskool (1995) han observado que cambios en la distribución de la materia seca bajo cargas excesivas de frutos se correlacionan con Áreas Foliare pequeñas. Estos datos sugieren la competencia de asimilados entre hojas y frutos, por lo que se puede explicar el bajo IAF en las plantas que tuvieron un mayor rendimiento así como un mayor número de frutos (Cuadro 5.1).

6 CONCLUSIONES

La densidad de plantación no afectó el rendimiento por planta, sin embargo el rendimiento por superficie si se vio afectado, teniendo un mayor rendimiento en la densidad de 5,3 plantas m^{-2} .

Las plantas colocadas a una menor densidad de plantación (2, 2.6 y 4 plantas m^{-2}), obtuvieron frutos más grandes y con una mayor cantidad de materia seca en comparación a las plantas colocadas a 5.3 plantas m^{-2} , aunque los frutos de éstas últimas tuvieron mayor cantidad de sólidos solubles totales.

Al aumentar la densidad de plantación se incrementa también el Índice de Área Foliar, sin embargo no se ve afectada la altura de planta.

Las plantas sin poda tuvieron un mayor rendimiento por planta y por superficie, así como un mayor número de frutos, aunque éstos fueron pequeños y poco pesados a comparación de las plantas podadas a dos y cuatro tallos secundarios. La mayor cantidad de sólidos solubles totales se encontró en los frutos de las plantas sin poda.

Las plantas donde no se realizó la poda resultaron de menor altura en comparación a las podadas, y el mayor Índice de Área de Foliar se encontró en las plantas podadas a cuatro tallos secundarios.

Las plantas colocadas en una densidad de plantación de 5.3 plantas m^{-2} sin poda tuvieron el mayor rendimiento por planta y por superficie, con el mayor número de frutos y la mayor cantidad de sólidos solubles totales en sus frutos en comparación al resto de tratamientos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Abdelwahab A. E. 1995. Response of cucumber to plant density. J. King Said Univ. Agric. Sci. 7(2): 199-208.
- Acosta D. E.; Acosta G. J. A.; Amador R. M. D. Padilla R. J. S. 2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx* 34(1): 13-20.
- Agarwal A., Gupta S. y Ahmed Z. 2007. Influence of plant densities on productivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under greenhouse in high altitude cold desert of Ladakh. *Acta Hort. (ISHS)* 756:309-314
- Agroproduce. 2005. Sistema-producto Chile. Num. 04, Año 01. Fundación Produce Oaxaca.
- Agulla G. 1998. Control de calidad en las hortalizas comercializadas por Cohorsan S.C.A. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Almería, pp. 118-142.
- Almaguer V. G. 1998. Principios de fruticultura General. Serie Textos Agronómicos. Mundi-Prensa. Universidad Autónoma Chapingo, México. 370 pp.
- Andrade F. H.; Aguirrezábal L. A. N.; Rizzalli R. H. 2000. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce. Facultad de Ciencias Agrarias UNMP, Buenos Aires, Argentina.
- Andres J. F. 2006. Caracterización morfológica de la diversidad de chiles nativos (*Capsicum spp*) del estado de Oaxaca. Tesis Profesional. Chapingo, México.
- Azofeifa A.; Moreira M. A. 2004. Análisis del crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28(01): 57-67.
- Bautista M. N.; Alvarado L. J. 2005. Producción de jitomate en invernadero. Ed. Colegio de Postgraduados. 1ª edición. Montecillo, Texcoco, Estado de México 255 pp.
- Borka, M. 1971. Influence of the spacing of planting on the profitability of greenhouse pepper production. *Acta Hort. (ISHS)* 17:88-95
- Carnicer S.; Angeloni P.; Caram, G. A. De Prause J. 2008. Relación entre radiación interceptada y el índice de área foliar en híbridos de girasol. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*.

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. [En línea]
<<http://www.unne.edu.ar/investigacion/com2008/A-018.pdf>> [Consulta: 30 noviembre 2009]

Castilla N. 1994. Greenhouses in the mediterranean area: Tecnological level and strategic Management. *Acta Horticulturae* 361:44-56.

Castro A. R. 2004. Rendimiento de fruto fresco de chile criollo de Apaxtla en diferentes densidades de población. Tesis profesional. Cocula, Gro.

Castro G. F. H.; López L. P.; Montes H. S.; Andrés J. F. 2007. Caracterización morfológica de la diversidad de los chiles nativos (*Capsicum* spp.) en el Estado de Oaxaca. Memorias Cuarta Convención Mundial del Chile.

Cebula S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Horticulturae* 412:321-328.

CONAPROCH, Consejo Nacional de Productores de Chile. 2009. Obtenido el 18 de Agosto en <<http://www.conaproch.org>>

Cruz H. N., Sánchez del C. F., Ortiz C. J. y Mendoza C. M del C. 2009. Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y periodo de cosecha en chile pimiento. *Agricultura Técnica en México* 35(1): 70-77.

Daşgan H. Y. and Abak K. 2003. Effects of Plant Density and Number of Shoots on Yield and Fruit Characteristics of Peppers Grown in Glasshouses. *Turk J. Agric. For.* 27:29-35

De Swart E. A. M. 2007. Potential for breeding sweet pepper adapted to cooler growing conditions. Tesis Doctor en Ciencias. Universidad de Wageningen, Holanda.

Del Castillo J. A.; Uríbarri A.; Sádaba S.; Aguado G. y De Galdeano J. S. 2004. Guía de cultivo del pimiento en invernadero. Navarra Agraria. España.

Díaz L.; Vitoria de Z. A.; Arteaga de R. L. 1999. Crecimiento vegetativo del pimentón en función de la densidad de plantas y edad del cultivo. *Bioagro* 11(2): 69-73.

Escalante E. J. A.; Kohashi S. J. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 84 pp.

- Escobar I. 1993. Cultivo del pimiento en sustratos en las condiciones del sudeste español. En: Cultivo sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ed. De horticultura pp. 109-113.
- Gamayo D. J. de D. 2006. Capítulo 3: El cultivo protegido del pimiento. Compendio: Pimientos. Ediciones de Horticultura S. L.
- Gardner F. P.; Brent P. R.; Mitchel R. L. 1985. Carbon fixation by crop canopies. In: Physiology of crop plants. Iowa State University Press. Pp 31-57
- Gaye M. M.; Jolliffe P. A. and Maurer A. R. 1992. Row cover and population density effects on yield of bell peppers in south coastal British Columbia. *Can. J. Plant Sci.* 72:901-909.
- Guo F. C.; Fujime Y.; Hirose T. and Kato T. 1990. Effects of the number of training shoots, rising period of seedlings and planting density on growth, fruiting and yield of sweet pepper. *J. Japan. Soc. Hort: Sci.* 59: 763-770.
- Halfacre G. R. 1979. Horticultura. AGT Editor S. A. México, DF. 727 pp.
- Heuvelink E. 1997. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. *Scientia Hort.* 69: 51-59.
- Heuvelink E. and Buiskool R. 1995. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. *Annals of Botany.* 75: 381-389.
- Jaimez, R. E., Nava, N., Rivero, y. *et al.* 2002. Efecto de diferentes intensidades de poda sobre la dinámica de floración y producción de ají dulce (*Capsicum chinense*, Jacq). *Rev. Fac. Agron.*, 19(2):132-139.
- Jolliffe, P.A. and M.M. Gaye. 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. *Scientia Hort.* 62: 153-164.
- Jovicich, E., Cantliffe D. J., y Hochmuth G. J. 1999. Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in North Central Florida. Proc. Nat. Agric. Plastics Congress. American Society for Plasticsulture. Tallahassee, Florida. pp. 184-190.

- Jurado A. 1999. El cultivo del pimiento en el poniente almeriense. En: Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja rural de Almería. Almería 2:57-87.
- López L. P. 2004. Recomendaciones generales para la producción de chile en el estado de Oaxaca. La tecnología: del campo de experimentación a la parcela del productor. Revista No 04. Fundación Produce Oaxaca. 36 pp.
- Long S. J. 1986. Capsicum y cultura: La Historia del Chilli. Fondo de Cultura Económica, S. A. de C. V. México, DF.
- Lorenzo, P. and N. Castilla. 1995. Bell pepper yield response to plant density and radiation in unheated plastic glasshouse. Acta Hort. 412: 330-334
- Max A. (2009, 27 de Agosto). Requieren apoyos productores de chile huacle en Cuicatlán. El Imparcial. Obtenido el 26 de noviembre de 2009 en <<http://www.imparcialenlinea.com>>
- Maldonado T. R. 1991. Efecto de los cultivos y poda sobre la composición mineral de las hojas de los árboles frutales. Dirección de Difusión Cultural. UACH. 255 p.
- Molina M. 2000. Respuesta productiva de dos variedades de pimiento en diferentes sustratos. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior. Almería. pp 29-69.
- Morales R. E. J., Escalante E. J. A. S., López S. J. A. 2008. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.) Universidad y Ciencia, (24) 1: 1-10
- NMX-FF-107/1-SCFI-2006. Productos alimenticios, chiles secos enteros (guajillo, ancho, mulato, de árbol, puya y pasilla), Parte 1: Especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. México, DF.
- Onis A.; López C. A.; Gómez P. 2001. Efecto de la poda a dos y cuatro ramas sobre la producción de pimiento en invernáculo no calefaccionado. Rev. Facultad de Agronomía, 21 (1): 5-11.
- Pessaraki M. 2002. Handbook of plant and crop physiology. 2da Ed. Editorial Marcel Dekker Inc. New York, USA. 973 pp.
- Ramírez V., Barrios C., Jiménez J., Zovala G. 2000. Entorno de los recursos filogenéticos de México. En: Recursos Filogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe

Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México.

Ramiro C. A. 2003. Evaluación de tres híbridos y dos líneas avanzadas de chile serrano (*C. annuum* L) en San Luis Potosí, México. 1ra Convención del Chile 2004. León Guanajuato.

Rivera G. S. 1998. Efecto de la poda de brotes y ramas en la calidad y rendimiento de chile manzano (*C. pubescens* R y P) cultivado en invernadero. Tesis Profesional. Chapingo, México.

Rojas L. P. C.; Pérez G. M.; Sahún C. J.; Colinas L. M. T.; Avitia G. E. 2008. Evaluación de seis tipos de poda de ramas en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Memorias Quinta Convención Mundial del Chile.

Sánchez F. Del C.; Ortiz C. J.; Mendoza C. M. Del C.; González H. V. A.; Colinas L. M. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33: 21-29.

Sedgley R. H. 1991. An appraisal of the Donald ideotipe alter 21 years. *Field Crops Res.* 26: 93-112.

Serrano C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Ed. AEDOS. 431 p.

Serrano C. Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Zoilo Serrano, C. Sevilla. 433-487.

Shetty G. R.; Manohar R. K.; Vishwanath A. P. y Kempegowda K. 2008. Influence of pruning and growth regulators on the shelf life of coloured capsicum (*Capsicum annuum* L.) cv. Bombi under greenhouse. *Mysore J. Agric, Sci.*, 42 (1): 33-37

SIAP. Servicio De Información Agroalimentaria y Pesquera. 2009. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <http://www.siap.gob.mx/>

Soe M. 1999. Effect of pruning on yield and quality of sweet pepper. Asian Regional Center-AVRDC. Bangkok, Thailand.

Tsedal T. G. 2004. Yield and quality response of tomato and hot pepper to pruning. Tesis Degree Magister Scientiae. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Ucan C. I.; Sánchez Del C. F.; Contreras M. E.; Corona S. T. 2005. Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño de fruto en tomate. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(01): 33-38.

Urrestarazu G. M.; Salas M. del C. y Castillo J. E. 2002. Técnicas culturales y calidad del pimiento. *Horticultura: Revista de frutas, hortalizas, flores, plantas ornamentales y de viveros.* 159:18-26.

Urrestarazu G. M. 2004. *Tratado de cultivo sin suelo.* Ed. 3, Mundi-Prensa Libros. España.

Velasco H. E.; Nieto A. R. 2005. *Cultivo de jitomate en hidroponía en invernadero.* Publicación Especial No. 62. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 63 pp.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 08 del mes de diciembre del año 2010, el (la) que suscribe **Langlé Arguello Lucia Armin** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A080366**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Martínez Gutiérrez Gabino Alberto y cede los derechos del trabajo titulado: **“Respuesta del chile huacle (*Capsicum spp.*) a diferentes densidades de plantación y podas bajo manejo intensivo en invernadero”**. al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgradoax@ipn.mx ó luciarmin1@hotmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Langlé Arguello Lucia Armin



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.