

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN USO DE AGUA DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum*
L.) BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO POR GOTEO.**

P O R

LAURA GARCILAZO ZARAGOZA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONÓMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DEL 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

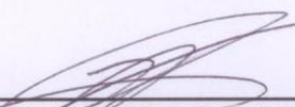
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. LAURA GARCILAZO ZARAGOZA QUE SE SOMETE A
LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

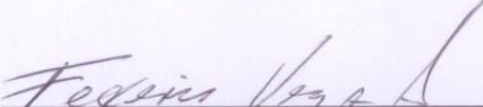
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADO POR:

COMITÉ PARTICULAR



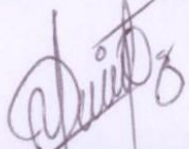
Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA
PRESIDENTE



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
VOCAL



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ
VOCAL



ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ
VOCAL SUPLENTE



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN USO DE AGUA DE CHILE SERRANO
(*Capsicum annuum* L.) BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO POR GOTEO.**

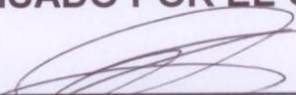
TESIS

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

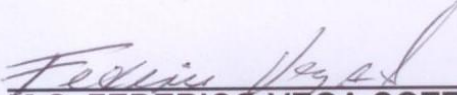
POR

LAURA GARCILAZO ZARAGOZA

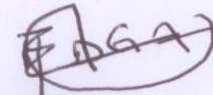
REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR



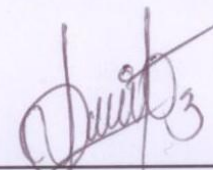
**Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA
ASESOR PRINCIPAL**



**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
ASESOR**



**M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ
ASESOR**



**ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ
ASESOR**



**Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por permitirme terminar mis estudios y darme una carrera que tenía como meta, hoy se cumple en una Universidad como la Narro, Gracias a mi Alma Terra Mater.

A mi comité de asesores: Ph. D. De Paul Álvarez Reyna, M.C. Federico Vega Sotelo, Ing. Héctor A. Díaz Méndez. Así como a todos mis profesores que me prepararon para seguir adelante en mi carrera profesional, a mis amigos y a todas aquellas personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara.

A mis profesores que más que catedráticos son grandes amigos que en los momentos más difíciles de mi carrera me apoyaron para continuar.

A mis compañeros que durante cuatro años y medio, compartimos momentos de alegría, de tristezas, pero que de alguna manera seguimos adelante y logramos el objetivo que teníamos propuesto.

DEDICATORIA

A **Dios**, por permitirme terminar esta etapa de mi vida.

El presente trabajo lo dedico

Con todo mi amor, respeto, agradecimiento y de manera especial a:

A MIS PADRES: Sr. Cupertino Garcilazo Pineda y Sra. Estela Zaragoza García Por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, por su amor, paciencia, enseñanza, y sobre todo porque llegamos a una meta más, cumpliendo con el objetivo propuesto.

A MI FAMILIA: A mis hermanos Marisol, Irma, Vero, Carmen, Noé, Alfonso, José Luis, Humberto. Por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen dando incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. Gracias a ellos que es lo más bonito y preciado del mundo, les agradezco por este apoyo tan grande que me brindaron durante toda mi formación para tener una carrera profesional que sin su ayuda creo que no hubiera sido posible. A las personas en general que me han ayudado con su apoyo moral en toda la trayectoria de mi carrera gracias.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
CONTENIDO	vi
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE APÉNDICE	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	4
III. HIPÓTISIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Generalidades del cultivo del Chile Serrano	5
4.1.1. Origen del chile Serrano	6
4.2. Clasificación taxonómica (Nuez, 2003).	6
4.3. Clasificación Botánica	7
4.3.1. Descripción del chile serrano	7
4.3.2. Raíz	8
4.3.3. Tallo.....	8
4.3.4. Flor	8
4.3.5. Fruto	9
4.3.6. Semilla.....	9
4.3.7. Importancia nutricional	9
4.4. Trasplante	10
4.5. Requerimientos del cultivo	11
4.5.1. Temperatura	11
4.5.2. Suelo	12
4.5.3. Antecedentes	12
4.5.4. Variedad	13
V. MATERIALES Y METODOS	14
5.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera	14
5.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera	14
5.2.1. Clima.	14
5.2.2. Temperatura.....	15
5.2.3. Precipitación.....	15
5.2.4. Humedad Relativa.....	15
5.2.5. Origen del suelo de la Comarca Lagunera.....	16

5.3. Diseño experimental	16
5.4. Actividades de campo	17
5.4.1. Preparación del terreno	17
5.4.2. Siembra	17
5.5. Labores culturales.	18
5.6. Aplicación de fertilizantes e insecticidas.	18
5.7. Necesidades de fertilizantes	19
5.8. Variables evaluadas.....	19
5.9. Producción	20
5.9.1. Inicio de corte	20
5.9.2. Intervalos de corte	20
5.9.3. Duración de la cosecha	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
6.1. Rendimiento por corte	21
6.2. Rendimiento total	21
6.3. Eficiencia en el uso del agua (EUA)	22
VII. CONCLUSIONES.....	23
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	24
IX. APÉNDICE	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores nutritivos del chile serrano	10
Cuadro 2. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizó para el combate.	18
Cuadro 3. Distribución de fertilizantes para chile serrano, en la Comarca Lagunera.	19
Cuadro 4. Variable rendimiento por corte en la producción de chile serrano con la variedad Tampiqueño 74 UAAAN-UL 2011.....	21
Cuadro 5. Variable rendimiento total en la producción de Chile Serrano con la variedad Tampiqueño 74 UAAAN-UL 2011.....	22

INDICE DE APÉNDICE

Apéndice 1. <i>Análisis de rendimiento en la producción de los 5 cortes de chile serrano (ton/ha-1) realizada en la Comarca Lagunera 2011.....</i>	29
Apéndice 2. <i>Análisis de rendimiento total (ton/ha-1) en la Comarca Lagunera 2011.....</i>	29
Apéndice 3. <i>Análisis en la eficiencia de uso de agua (kg/m³) en la Comarca Lagunera 2011.....</i>	30

RESUMEN

El Chile (*Capsicum annum L.*), es una hortaliza de gran impacto social en la economía de México, debido a la gran demanda que presenta ya que forma parte de los principales productos de exportación. En la actualidad el constante aumento de la población demanda el incremento de alimentos y de mejor calidad; para ello, es necesario crear y adecuar nuevas alternativas en la producción agrícola y que permite una mejor eficiencia en uso del agua. Este cultivo cumple una función socioeconómica importante para el país. Por ser un cultivo hortícola intensivo, requiere de mucho cuidado en todas las etapas de su desarrollo vegetativo. El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de chile serrano variedad Tampiqueño 74, diferencialmente irrigado bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

El trasplante se realizó con el sistema de riego ya instalado en cada cama el 19 de Abril del 2011, en el área agrícola de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA ANTONIO" NARRO", (UAAAN-UL), ubicada en Periférico y Carretera a Santa Fe Km.1.5, Torreón Coahuila, México; con camas a hilera sencilla espaciados 30 cm; entre planta y planta y 1.4 m. ,entre surcos. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, donde se evaluaron las siguientes variables fueron, rendimiento por corte ton/ha^{-1} y rendimiento en eficiencia en el uso del agua Kg/m^3 . La diferencia entre cortes presento diferencia significativa en rendimiento mostrando una diferencialmente mayor la producción el tratamiento de 80% de ETc.

Palabras Clave: eficiencia, producción, chile, rendimiento y estudio

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile (*Capsicum* spp.) es importante en la historia, tradición y cultura de México, además es un producto agrícola con alta demanda mundial, ya que se ubica entre las siete hortalizas más cultivadas del mundo, con una producción mundial estimada de 24 millones de toneladas (Pérez-Castañeda *et. al.*, 2008).

México cuenta con la mayor variabilidad genética de *Capsicum annuum* var. *annuum* y de sus parientes silvestres *C. annuum* var. *aviculare* y *C. annuum* var. *glabriusculum*, representada por numerosos tipos (Serrano, Jalapeño, Pasilla, Guajillo, de Árbol, y otros.) adaptados a diferentes condiciones agroecológicas y ampliamente usados en el país. Asimismo, cuenta con otras especies importantes de chile como *C. chinense* y *C. pubescens*, mejor conocidos como chiles Habanero y Manzano, respectivamente (Laborde y Pozo, 1982; Meneses, *et. al.*, 2006; Hernández, *et. al.*, 2008).

El chile Serrano se ha convertido en una alternativa agrícola estratégica para México pues su producción crece a un ritmo de entre 9.5 y 12% anualmente. En lo que respecta el estado de Coahuila se siembran aproximadamente entre 500 y 600 hectáreas anuales, sobresaliendo el municipio de Ramos Arizpe.

Además de la innegable presencia en el consumo diario del mexicano, el cultivo es importante por el valor que aporta a la producción agrícola de las regiones involucradas, porque genera ingresos competitivos para los productores y porque la cosecha abarca alrededor de 150 días (jornales) por hectárea en zonas de riego. La creación de empleos es reflejo de un impacto social positivo; un impacto que trasciende las fronteras de México. El chile verde, principal variedad por volumen y valor, se produce durante la mayor parte del año. La cosecha del ciclo otoño-invierno inicia en Diciembre y concluye en Agosto. El ciclo primavera-verano abarca de Junio a Marzo.

El conocimiento del requerimiento de agua del cultivo es indispensable para realizar una planificación correcta del riego y mejorar así la eficiencia de los sistemas de riego, proveer al cultivo de la cantidad de agua suficiente para satisfacer plenamente sus necesidades (Fernández, 2000). Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir las necesidades en el consumo de agua del cultivo. Un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizante y desperdicio, mientras que una aportación de agua inferior a las necesidades de consumo de agua del cultivo puede llegar a provocar déficit hídrico y por tanto una reducción de la producción.

La eficiencia en uso de agua podría ser aumentada en un 50% o más por este sistema en comparación con el riego por superficie el riego por goteo tiene grandes ventajas en la prevención de pérdida de agua, ya que el agua liberada es

insignificante y por que la evaporación es mínima y solo una porción del suelo es humedecida (Davis, 1980). Para mantener un control adecuado del agua aplicada, todos los emisores deben liberar la misma cantidad de dicho elemento, la cual no debe variar ni con el tiempo, distancia ni los diferentes factores ambientales, ya que el sistema de riego por goteo es diseñado (Parchomchuk, 1976). Para descargar cantidades controladas de agua en la vecindad de la planta Guencov citado por Ibarra y Rodríguez, (1982)

II. OBJETIVO

Optimizar el uso del agua en el rendimiento de chile serrano.

III. HIPÓTISIS

Rendimiento y eficiencia en uso de agua de chile serrano es igual bajo diferentes niveles de riego.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades del cultivo del Chile Serrano

Después del tomate, el cultivo de chile es una de las hortalizas más importantes, tanto por la superficie que se cultiva, como por su consumo nacional, destacando las regiones productoras, de San Luís Potosí, con 3,000 ha; Veracruz 2,700 ha; Nayarit 2,500 has; sur de Tamaulipas 2,500 has. En menor escala se ubican los estados de Puebla, Nuevo León y Coahuila con 500 has; Sinaloa y Sonora con 400 ha; además, es muy común encontrar este cultivo en pequeñas áreas de regiones tropicales, subtropicales y semiáridas (Laborde y Pozo, 1984).

La superficie destinada para el cultivo de Chile Serrano fluctúa notablemente, tal es el caso del sur de Tamaulipas, que a causa de problemas fitosanitarios se redujo de 2,500 a 400 has. Mientras que en algunos estados se incrementó, tal es el caso de Sinaloa con 618 has; 607 has en Sonora y Baja California Norte con 433.5 has (Ávila, 1993-1994).

Es un chile pequeño de color verde de forma cilíndrica, a veces su determinación es en punta, en promedio mide de 3 a 5 cm. de largo y un centímetro de diámetro, se considera picoso, generalmente se ocupa por semilla y vena muy picosas. Toma el nombre del lugar del cultivo que son los estados de Puebla, Hidalgo, México, serrano es el nombre más conocido en todo el país, aunque es llamado Chile verde (Lusier Lesur,2006).

4.1.1. Origen del chile Serrano

Se presume que el chile serrano *Capsicum annuum* L. es originario de las serranías del norte de los estados de Puebla, Hidalgo, México. Actualmente se siembra en las regiones de declive de Golfo, un chile que tiene las mismas características de chile serrano pero con tamaño no mayor de tres centímetros, denominado serranito el cual es posible que sea la fuente del origen (Pozo 1981).

Debido a su amplio rango de adaptación y constante demanda, este cultivo se desplazó a otros lugares como la costa de Golfo de los estados de Veracruz, Tamaulipas y costa del Pacífico de Nayarit y Sinaloa (Laborde y Pozo, 1984).

Otros autores mencionan que el género *Capsicum* es originario de América del sur (de los Andes de la cuenca alta del Amazonas, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). Muchas de las especies de *Capsicum* sobre salen por su diseminación y adaptación mundial siendo *Capsicum annuum* L. En que fue domesticado en México (Laborde y Pozo, 1984).

4.2. Clasificación taxonómica (Nuez, 2003).

División: *Spermatophyta*

Línea: XIV: *Angiospermae*

Clase A: *Dicotyledones*

Rama 2: Malvales-Tubiflorae

Orden XXI: *Solanales* (Personatae)

Familia: *Solanáceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum* L.

El género *Capsicum* pertenece a la tribu Solanae que es la más grande de la Subfamilia Solanoideae, agrupando 18 géneros con aproximadamente 1250 especies, entre las que sobresalen por su importancia: *Solanum*, *Lycopersicum*, *Cyphomandra* y *Physalis* (Hunziker, 1979).

4.3. Clasificación Botánica

4.3.1. Descripción del chile serrano

La planta de chile serrano es de estructura herbácea como todas las hortalizas localizándose desde el nivel del mar hasta los 2,500 m.s.n.m. lo que permite su producción en cualquier época del año ya que es un cultivo anual de zonas templadas y perenne en zonas tropicales, herbácea, sub-arbustiva, algunas veces leñosa en la base erecta, muy ramificada, alcanza una altura de 1 a 1.5 m.

El chile serrano ***Capsicum annuum*** es la planta anual, con raíz pivotante que alcanza una profundidad de 70 a 120 cm, y una altura que va de los 30 a 100 cm., según la variedad.

Esta planta de chile crece erecta en un solo tallo, hasta que les aparecen de 9 a 11 hojas, cuando les nacen de dos a tres ramas a partir de las yemas más altas.

Cada tallo termina en una flor, por lo que las plantas adquieren forma de cono invertido. Su flor es frágil, solitarias, aunque a veces la acompañan una o más, de corola blanca y en ocasiones morada (Luís Lesur 2006).

4.3.2. Raíz

El sistema radicular es pivotante y profundo, puede llegar a medir de 70 a 120 cm; pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm. La raíz principal es fuerte, frecuentemente dañada durante el trasplante, se desarrollan profundamente varias raíces laterales, extendiéndose hasta 1 m, reforzadas por el elevado número de raíces adventicias (Guenkov, 1987).

4.3.3. Tallo

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

4.3.4. Flor

La flor generalmente es solitaria, pero por la forma de ramificación parece ser axilar, la flor es perfecta, formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura, Los pedicelos miden 1.5 cm de longitud, el cáliz mide aproximadamente 2cm de longitud, generalmente alargado y cubierto en la base de los frutos. Las flores son hermafroditas con un alto porcentaje de polinización cruzada que puede llegar hasta 50% también esto puede variar según las

condiciones climáticas y abundancia de insectos polinizadores, principalmente himenópteros (Rodríguez 1988).

4.3.5. Fruto

Los frutos son rectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos, de forma cónica, tiene de 2 a 10 cm de longitud, con cuerpos cilíndricos y epidermis lisa, presentan de 2 a 3 lóculos. Son muy picantes, de color verde que varían desde el claro hasta el muy oscuro inmaduro, cambiando luego al color rojo al madurar, aunque hay genotipos que maduran de color café, anaranjado o amarillo (Pozo, 1981).

4.3.6. Semilla

La semilla muy pequeña, tiene una dimensión de 2 a 3 mm. En general cuando la semilla está verde tiene un color blanco claro, mientras cuando llega a su estado de maduración o al secarse toma un color amarillo pálido (Lesur, Luís, 2006).

4.3.7. Importancia nutricional

El chile juega un papel importante en la alimentación ya que proporciona vitaminas y minerales. Investigaciones médicas recientes comprueban su efectividad al utilizarlo como anestésico y estimulante de la transpiración. El consumo de esta hortaliza puede ser en verde o en seco (Castaños, 1993).

Cuadro 1. Valores nutritivos del chile serrano

Agua	88.9%
Proteínas	2.3 g
Carbohidratos	7.2 g
Ca.	35.0 mg
P	35.0 mg
Fe	1.7 mg
Ac.Ascorbico	235.9 mg
Tiamina (B1)	0.09 mg
Riboflavina B ₂	0.06 mg
Rivofoamina	0.06 mg
Vitamina A	770 U.I
Vitamina C	65 mg
Calorías	35 mg

(Castaños, 1993).

4.4. Trasplante

El trasplante consiste en transferir plántulas del área de propagación al campo donde se desarrollaran hasta la madurez comercial.

Entre las ventajas de la propagación de trasplante en comparación con la siembra directa se incluye: uso más intensivo de las áreas de producción; producción rápida de plántulas; menos trabajos de cultivo; mejor control de malezas; uso más eficiente de la semilla; utilizando de insumos agrícolas:

optimización de los parámetros para germinación, crecimiento y producción de plantas en condiciones de campo adversas (Minero, 2004).

Las plantas que se van a trasplantar deben contar con tres hojas verdaderas y raíz voluminosa, se debe trasplantar al campo en la charola original donde se produjeron, protegiéndolo de factores ambientales como el viento, que las puede secar en exceso, afectar su vigor y prendimiento en campo. No se deben trasplantar a raíz desnuda, pues sus raíces son muy sensibles (Sabori *et al.*, 1998).

4.5. Requerimientos del cultivo

4.5.1. Temperatura

El chile se produce mejor en un clima relativamente caluroso, en el que la temperatura de crecimiento es larga y donde existe poco peligro de heladas (Edmond, 1979). Aparentemente resiste mejor la sequía que el tomate y berenjena.

La temperatura ambiente favorable para su desarrollo es de 18° a 26 °C durante el día y por la noche de 15 a 18°C, a temperatura menor de 10°C comienza a detenerse el crecimiento.

La óptima para la germinación de la semilla y crecimiento se encuentra entre 18° a 29 °C. La mayor parte de las variedades de chile requieren de una temperatura promedio diaria de 24°C, la cual es poco más alta que la requerida por el tomate. (Boswell, 1987),

La temperatura del suelo y aire tienen gran influencia en el desarrollo de la floración de la planta de chile. Una temperatura alterna de 27 y 17°C producen los

mayores rendimientos, especialmente en el ciclo tardío (Abril-Mayo). Debe mantenerse una diferencia de 6 a 8°C entre la temperatura diurna y nocturna y una temperatura promedio diaria de 24°C. (Blondon, 1987), La alta temperatura provoca la caída de la flor y/o fruto. La humedad relativa óptima es entre 50 y 70%.

4.5.2. Suelo

Se desarrolla mejor en suelo limo arcilloso profundo, ligero (arenosos) hasta pesado (arcillosos) con un buen drenaje, es tolerante a ciertas condiciones de acidez y crece bien a pH de 5.5 a 6.8, es una planta que soporta contenidos de 2560 hasta 6406 ppm de sal (4-10 mmhos) (Valadez, 1992).

4.5.3. Antecedentes

La mayoría de la investigación que se ha realizado consiste en determinar y analizar el porcentaje del suelo mojado, lámina de riego, evapotranspiración del cultivo, coeficiente de uniformidad del sistema de riego, intervalo y tiempo de riego (Martinez, 1991).

Al Utilizar riego por goteo tiene grandes ventajas en la prevención de pérdida de agua, ya que el agua liberada es insignificante y la evaporación es mínima y solo una porción del suelo es humedecido, con el fin de definir únicamente las áreas que fueron mojadas y por otro lado, la humedad a la cual se desea se aplique el siguiente riego a una aplicación media (Jensen, 1990).

4.5.4. Variedad

Tampiqueño 74 es una planta de chile serrano que presenta un follaje ceroso. Debido su escasa pubescencia. Las ramas primarias (en menores de 6 a 10) se desarrollan a la altura del cuello de tallo por lo que es difícil distinguirlas del tallos principal, las mismas son flexibles y resistentes al quebrado, no obstante, este evento es muy común en la cosecha y las labores de cultivo.

La floración se inicia de los 70 a 80 días y la cosecha se inicia a los 120 días después del trasplante. Del 80 a 90% de los frutos tienen tres lóculos. El pedúnculo se desprende fácilmente de la planta.

El fruto es alargado, liso, sin punta, de coloración verde brillante cuando está en sazón, lo que le da una excelente apariencia comercial. Tiene una longitud de 4 a 7 cm; y diámetro de 13 a 18 cm. El pericarpio tiene un espesor de 18 a 22 mm, lo cual le confiere la resistencia necesaria para el trasplante a largas distancias y mayor tiempo de anaquel en el mercado. El cultivar tampiqueño supera del 10 al 15 % el rendimiento de los materiales criollos (Acosta, 1990).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

El experimento se realizó en el ciclo primavera- verano de 2011, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila. La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo y Mapimi, Nazas, en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05' Y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' Y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas. Al norte colinda con el estado de Chihuahua los municipios de Sierra Mojada y Cuatro ciénegas en Coahuila, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al sur, con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango; y al oeste, con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Inde, Centro de Comonfort y San Juan del Río, Durango (Aguirre, 1981).

5.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera

5.2.1. Clima.

De acuerdo a la clasificación de climas del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvia deficiente

en todas las estaciones, mesotermal y una temperatura aproximada de 30° C (Quiñones, 1981).

5.2.2. Temperatura.

La temperatura en la Comarca Lagunera se puede dividir en dos épocas, la primera comprende de abril a octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C, los meses más calurosos son de mayo a agosto y los más fríos son Diciembre y Enero (Farías, 1980).

5.2.3. Precipitación.

De acuerdo con la lluvia registrada durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comarca Lagunera, el periodo máximo de precipitación está comprendido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la región, condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad, la precipitación media anual en las últimas décadas es de 220 mm; (Quiñones, 1988).

5.2.4. Humedad Relativa.

La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día (Quiñones, 1988) son las siguientes.

Primavera	31.3%.
Verano	46.2%.
Otoño	52.9%.
Invierno	44.3%.

5.2.5. Origen del suelo de la Comarca Lagunera.

Un estudio agrológico de la Comarca Lagunera, realizado por el ingeniero Geólogo H. Allera, describe el origen del suelo de la Laguna de la siguiente manera: En épocas remotas, la Comarca Lagunera, estaba cubierta por mares que en el transcurso del tiempo se desecaron; iniciándose el relleno de estas oquedades en la última etapa del periodo terciario y prolongándose después de ese periodo por un millón de años. Terminando el relleno, los acarreos sucesivos de los ríos nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales (Quiñones ,1988).

5.3. Diseño experimental

Los tratamientos estudiados fueron distribuidos en forma aleatoria en un diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones los tratamientos evaluados fueron 100%,80% y 60% la evapotranspiración, determinada con el tanque evaporímetro tipo A. Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 1.4 m de ancho y 59.7 m de largo para formar un área de m² de parcela

experimental. El área total del experimento fue de 83.58 m² utilizo la variedad Tampiqueña 74.

5.4. Actividades de campo

5.4.1. Preparación del terreno

Con suficiente anterioridad al trasplante, se dio un barbecho al terreno a una profundidad de 30 centímetros, cuando el suelo tenía un contenido de humedad adecuado que permita la penetración del arado.

El barbecho se realizo con el fin de romper, aflojar y voltear la capa arable del suelo, enterrar los residuos de malezas y de la cosecha anterior para propiciar su descomposición, aumentar la fertilidad y el contenido de materia orgánica en el suelo, así como favorecer la aireación del mismo; también ayuda a eliminar parcialmente las plagas del suelo al exponer los huevecillos, larvas y pupas de insectos al frío, al sol y al aire de la superficie.

El rastreo se efectuó cuando el suelo tenía un contenido de humedad adecuado que permitió desbaratar los terrones y dejarlo bien mullido también se levantaron las camas 1.40 m de ancho y 36, de largo; En caso de que el terreno haya quedado desnivelado, se recomienda realizar la nivelación para evita encharcamientos futuros que propicien el ataque de enfermedades.

5.4.2. Siembra

El trasplante se realizó en húmedo regado con cintilla instalado en cada cama el 19 de Abril del 2011, en forma manual a una distancia entre planta y

planta a 30 cm y entre surco a una distancia de 40cm con un sistema de riego por goteo.

5.5. Labores culturales.

La limpieza de maleza se realizó el 19 de Abril del 2011(deshierbé, emparejado del terreno,) la colocación de la cintilla serie 6000 con gasto (Q=0.73L) por hora de cada emisor para el sistema de riego por goteo. Para aporcar y mantener el cultivo libre de malezas se realizó una escarda mecánica a los 10 días después de la siembra. Se realizó un control de maleza manualmente.

5.6. Aplicación de fertilizantes e insecticidas.

La aplicación de plaguicidas en este cultivo de chile se llevo a cabo (manualmente con mochila de 20 L, de aspersion), en la aplicación de los productos para cada plaga que se presento como se muestra en el cuadro siguiente de los productos, plagas y dosis aplicadas.

Cuadro 2. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizo para el combate.

Plaga	Aplicación	Producto	Dosis/ha ⁻¹
Trozador	1 ^a	Sevin PH80	1.5- 2.5 l/ha
Mosquita blanca	3	Captan	3-0-5 kg/ha
Pulgón	3	Metan	1-1.5 l/ha
Cenicilla	1	Bayleton	0.3-0.5 kg/ha
Gusano soldado	2	Triple 20	1-4 kg/ha

5.7. Necesidades de fertilizantes

La fertilización para el cultivo de chile serrano es mediante la fórmula 180-90-00. En el cuadro 3 se presenta la distribución del fertilizante la primera etapa vegetativa a los 20 días después del trasplante, aplicando los tres elementos necesarios para el desarrollo de este cultivo, aplicando las dosis de Fosfónitrato con una dosis de 427.78 kg/ ha⁻¹, MAP dosis de 855.58 kg/ha⁻¹ y Nitrato de Potasio dosis, 1283.38 kg/ha⁻¹, para llegar aplicar estas dosis se hicieron 3 aplicaciones en diferentes etapas del desarrollo

Cuadro 3. Distribución de fertilizantes para chile serrano, en la Comarca Lagunera.

Producto	Aplicación	Dosis (Kg/ha ⁻¹)
Fosfonitrato	3 ^{ra}	427.78 kg/ ha
MAP	3	855.58 kg/ha
Nitrato de potasio	3	1283.38 kg/ha

5.8. Variables evaluadas.

Rendimiento por corte (ton/ha⁻¹) (se hicieron 5 cortes para cada uno de los tratamientos, en fechas diferentes, cosechando toda la parcela).

Rendimiento Ton/ha⁻¹ de la producción de chile serrano (de los 5 cortes se saco el rendimiento en toneladas por hectárea para saber la producción total).

Eficiencia de riego Kg/m³ de chile serrano (se midió la evapotranspiración de cada tratamiento diferencialmente irrigado).

5.9. Producción

5.9.1. Inicio de corte

El primer corte se efectuó el día 01 de julio del 2011, después de los 70 días después del trasplante al reunir las características deseables para la cosecha como son tamaño, forma, color, textura y pedúnculo.

5.9.2. Intervalos de corte

Los días transcurridos entre cada corte variaron de acuerdo a las características de maduración del fruto, sin embargo, se puede decir que los cortes se efectuaron regularmente cada 8 días.

5.9.3. Duración de la cosecha

El primer corte se realizó el 1 de julio del 2011 a los 72 DDT, el último corte se realizó para este cultivo de Chile fue el día 25 de julio del 2011 llegando a un total de 5 cortes como máximo para obtener resultados adecuados de producción.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento por corte Ton/ha⁻¹

El análisis estadístico, detecto diferencia significativa entre los tratamientos 100, 80 y 60% de ETc. Los resultados obtenidos que muestra el cuadro siguiente con las medias de producción para 100 y 80% son estadísticamente iguales, pero diferente al tratamiento de 60%. Los resultados coinciden con los estudios de (Vanadia *et al.*, 1982), (Eliades y Orphanos 1986) y (Ortega- Farias 2003), quienes indicaron que el rendimiento por corte y total fue mayor al aumentar la cantidad de agua de chile serrano cultivado a campo abierto.

Cuadro 4. Variable rendimiento por corte en la producción de chile serrano con la variedad Tampiqueño 74 UAAAN-UL 2011.

% ETc	CORTES					Rend. Corte Ton/ha ⁻¹
	1	2	3	4	5	
100%	16.6950	11.8570	4.8540	6.8331	7.8180	9.6114 ab
80%	17.0710	10.4205	8.0820	7.6828	10.1110	10.6735 a
60%	13.1522	12.8170	3.9740	5.2680	5.4650	8.1352 b
D.M.S						2.2571

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, ≤ 0.05).

6.2. Rendimiento total Ton/ha⁻¹

El análisis estadístico se detecto diferencia significativa entre los tratamientos de 100, 80, y 60% ETc fueron de 23.714, 27.382 y 21.785 respectivamente como se muestra en el cuadro 5. Los rendimientos totales fueron con una media

superior a los obtenidos por el inifap (2005) bajo el sistema de riego por goteo a campo abierto con un rendimiento total de 20.8906 Ton/ha⁻¹.

Cuadro 5. Variable rendimiento total en la producción de Chile Serrano con la variedad Tampiqueño 74 UAAAN-UL 2011.

% ETc	Rend. Total Ton/ha ⁻¹	EUA Kg/m ³
100%	23.714 <i>ab</i>	0.69747 <i>b</i>
80%	27.382 <i>a</i>	1.00670 <i>a</i>
60%	21.785 <i>b</i>	0.99697 <i>a</i>
D.M.S		0.0863

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (*Tukey*, ≤ 0.05).

6.3. Eficiencia en el uso del agua (EUA)

El análisis estadístico detecto diferencia significativa entre los tratamientos de 100, que fue diferente a 80, y 60% ETc con producción de 0.69747, y 1.00670, 0.99697 respectivamente como se muestra en el cuadro 5. Los estudios realizados por Farrell-Poe y Martin (2008) reportan una EUA en chile serrano de 1.2 y 0.5789 kg/ m³ de agua para chile serrano a cielo abierto.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se realizó el siguiente estudio los tratamientos 100, 80 y 60% fueron superiores y por otro lado en rendimiento total fue diferente comparado con los demás tratamientos, esto concluye que las mejores eficiencias fueron para los tratamientos de 80 y 60% a diferencia de 100% EUA.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, de la C., J., 1990. Apuntes de productividad agropecuaria, folleto de cultivos primavera verano, pp.60 -63.

Ávila, G. M. 1993-1994. Situación actual de las plagas en el estado de Sinaloa, México, Investigador de programas de entomología. Campo Experimental Valle de Culiacán Sinaloa, INIFAP- SHARH. P 17.

Blondon, L. H., 1987. Effects of temperature to growth and mineral composition of sweet pepper and eggplant grown under glass pp: 35-3

Black, L. L., 1993. "Enfermedades del Chile; Una guía de campo. Asian Vegetable Research and Development Center. P.O. Box 205, Taipei 10099. Translated by Benigno Villalón, José Maria. Amador y Mercedes Campos. AVRDC Publicación No.93-401.

Boswell, J. F., 1987. Relation to temperature to growth and respiration in the pepper plant. Minn.Agriculture 34 1-12.

Castaños. C. M. 1993. Horticultura manejo simplificado. Edición de la Universidad Autónoma de Chapingo México.

Davis, G., 1980. Drip system evaluation irrigation vol. 14-15 p 20.

Edmon, J.B., T.L., Seen, y F. S., Andrews., 1979. Principios de Horticultura 4^a Impresión, Ed. CECOSA, México pp. 25-29.

Farías, F.J., M. 1980. Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH.

Fernández, Ma. D., 2000. Necesidades hídricas en la programación de riego en los cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado de Almería y Málaga) España. 70pp.

Fritsch, N., 1980. Determinación de la tasa de riego en tomates regados por goteo. Investigación Agrícola 6: 79-86.

García, C. I., y Briones, S. 1986. Diseño y evaluación de sistemas de riego por aspersión y goteo.

Guenkov. 1987. Fundamentos de la Horticultura Cubana Instituto.Cubano del libro. 2^a ed. La Habana Cuba. P.184-185.

Hernández, V. S., R G., López, P. Sánchez, M., Villarreal, S. Parra, F., Porras, J. Corrales., 2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de chile del noroeste de México. Rev. Fototec. Mex. 31:323-330 P.

Hiler, E. A., y T. A., Howell.,. 1972. Crop response to trickle irrigation and subsurface irrigation, Chicago, Illinois. P 45.

Howell, T. A., S. R., Evett, J. A., Tolk, A. D., Schneider, y J.L., Steiner.,. 1996. Evapotranspiration of corn- Southern High Plains. In: Camp, C.R. Sadler, E. J. and Yoder, R. E. (ends). Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, ASAE: 158-166.

Ibarra, J.L., y A. Rodríguez, P.,. 1983. Varios Cultivos Manual de Agro plásticos 1, Acolchado de cultivos Agrícolas CIQA, Saltillo, Coahuila, México pp. 38-40.

Jensen, M. E., R.D., Burman, y R. G., Allen.,. 1990. Evapotranspiration and irrigation Water Requirements. Manuals and Reports on Engineering Practice No.70.332.

Keller, J. y R., D. Bliesner.,. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation van Nostrand Reinhold New York, NY. 652p.

Laborde, C. A. y O. Pozo C. 1984. Presente y pasado del chile en México, 2° Ed. SARH, Instituto Nacional de Investigación Agrícola, México. 80 p.

Laborde, J. A., O Pozo.,. 1982. Presente y pasado del chile en México. SARH-INIA. Publicación especial No. 85. México. Pp. 59-60.

Lesur, Luís. 2006. Manual del cultivo de chile una guía paso a paso, México trillas, 2006.

Martínez, R. 1991. Riego localizado diseño y evaluación. Depto. De Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.161p.

Meneses, M. I., A. Hernández, V. G., López, A. B., Vargas, M. Ramírez,, 2006. Características hortícolas de líneas avanzadas de chile jalapeño para el trópico húmedo. Tercera Convención Mundial de Chile. Chihuahua, Chih. 9-11 de junio del 2006. México PP.61-65.

Nuez, V.F., R. Gil, O. y J., Costa, G.,. 1996. El cultivo de pimiento, chiles y ajies, Ed. Mundi- Prensa. 607p.

Pozo Campodomico, O.,. 1981. Descripción y tipos de cultivares de Chile (*Capsicum spp*) en México; folleto técnico número 77 octubre 1981 INIA, SA4RH, México, D. F.

Quiñones, R.E.,. 1988. Función de producción de maíz forrajero usando láminas y frecuencias de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna. Torreón, Coah., México.

Rodríguez, M.R.,. 1998. Estudio preliminar sobre el mosaico del chile en la región del bajío. Tesis C.P. Chapingo, México p51.

Sabori, P. R.,. 1998. Efectos de fertilización con K.P. en producción de calidad de las hortalizas. V congreso internacional de hortalizas. Sociedad de ciencias hortícolas. A.C. Hermosillo Sonora.

Vanadia , S., V. Dellacecca, E L. Mancini.,. 1982. Inflenza del régimen irriguo sulla resa pomodoro in serra fredda. Colture Protette. 11:27- 32.

Zapata N. M.,. 1992. El pimiento. Editorial Acribia España.

IX. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de rendimiento en la producción de los 5 cortes de chile serrano (ton/ha-1) realizada en la Comarca Lagunera 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	16.3517842	8.1246643	3.39	0.0857
BLOQUES	4	206.3517842	51.587946	21.54	0.0002
ERROR	8	19.1609231	2.3951154		
TOTAL	14	241.7620358			

C.V.=16.33%

DMS= 2.2571

Apéndice 2. Análisis de rendimiento total (ton/ha-1) en la Comarca Lagunera 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	48.50287140	24.25143570	8.75	—
BLOQUES	2	7.06134827	3.53067413	1.27	
ERROR	4	11.08726882	2.77181721	—	
TOTAL	8	66.65148850	—		

Apéndice 3. Análisis en la eficiencia de uso de agua (kg/m³) en la Comarca Lagunera 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.18542024	0.09271012	63.93	0.0009
BLOQUES	2	0.00071514	0.00035757	0.25	0.7925
ERROR	4	0.00580082	0.00145020		
TOTAL	8	0.19193620			

C.V.=4.22%

DMS= 0.0863