

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**FOTOSÍNTESIS, TRANSPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CHILE PUYA
(*Capsicum annum*L.) BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD Y
RIEGO POR GOTEO**

POR

REY GERVACIO VEGA

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN COAHUILA

ABRIL 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FOTOSÍNTESIS, TRANSPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CHILE PUYA
(*Capsicum annuum* L) BAJO DEFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD Y
RIEGO POR GOTEOS
TESIS


INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

POR

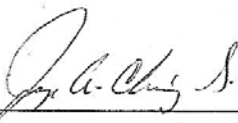
REY GERVAZIO VEGA

REVISADO POR EL COMITÉ

ASESOR PRINCIPAL


Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

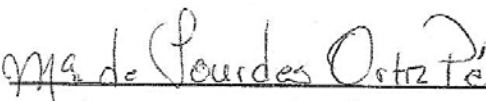
CO-ASESOR


Dr. JORGE ARMANDO CHÁVEZ SIMENTAL

CO-ASESOR


M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ

CO-ASESOR


ING. M^º. LOURDES ORTIZ PÉREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila

Abril 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FOTOSÍNTESIS, TRANSPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CHILE PUYA
(*Capsicum annuum L.*) BAJO DIRENTES CONDICIONES DE HUMEDAD Y
RIEGO POR GOTEO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN
POR

REY GERVACIO VEGA

PRESIDENTE DEL JURADO


Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

VOCAL


Dr. JORGE ARMANDO CHÁVEZ SIMENTAL

VOCAL


M.C. EDGARDO CERVANTEZ ALVAREZ

VOCAL SUPLENTE


M.C. J. ISABEL MÁRQUEZ MENDOZA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS


Torreón, Coahuila



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Abril 2011

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

EPIFANIA VEGA TOLENTINO

CIRILO GERVACIO CANALES

Con mucho amor y agradecimiento, por haberme dado la vida, amor, cariño y sacrificio; confianza depositada en mí, enseñarme el mejor de los caminos, permitirme alcanzar mis metas, compartir mis triunfos y fracasos, guiarme con rectitud y honestidad, muchas gracias padres míos... los quiero

A MIS HERMANOS

Maybe, Maximiliano, Mayra; gracias por compartir momentos felices, e inolvidables.

Y en especial a mi querida esposa **SONIA CARDENAS VALENTE** y mi hijo **L. ALBERTO GERVACIO CARDENAS** por su comprensión y enseñarme que la esencia de la grandeza radica en la capacidad de optar por la propia realización personal... Los amo

A MIS CUÑADAS Y CUÑADOS

MARILU, ESTHER, LETICIA, RAUL, EUSEBIO

Por su amistad, cariño y apoyo moral.... Gracias

A MIS TIAS Y TIOS

AGUSTIN, GODELEVO, JUANA, JOAQUIN, ROGELIO, RICARDO, EULALIA

Por su amistad y cariño..... Gracias

A MIS ABUELOS

JUANA, CECILIA, JULIO, JOSE por lo que representan para mí

A DIOS

Por permitirme vivir en este mundo, por la fe tan grande que le tengo y darme la oportunidad maravillosa de ser alguien en la vida

A todos aquellos que me dieron su apoyo, amistad y depositaron su confianza en mi, gracias.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de esta grandiosa institución y principalmente al departamento de riego y drenaje, por los conocimientos que me proporcionaron y enseñarme el camino del bien y la oportunidad de realizar mis estudios profesionales. Gracias.

Al Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna mis mas sinceros agradecimientos por haberme dado la oportunidad de realizar la presente investigación bajo su asesoría, orientación, revisión de la misma y sobre todo por su apoyo incondicional

Al Dr. Jorge Armando Chávez Simental por su valiosa aportación e indicaciones para la presente investigación.

Al M.C. Edgardo Cervantes Alvarez por su colaboración y sugerencias para llevar a cabo esta investigación.

Al Ing. M^a. Lourdes Ortiz Pérez por su participación en la revisión de la presente investigación.

A mis amigos y compañeros de generación, por haberme brindado su amistad.

Osmar Narváez Barragán, T. Pedro Mendoza, Juan Bacho Silva, Alberto Miguel, Joel Becerra, Mauricio Olan, Jesús Pliego, Tomas Martínez, J.Iván Pérez, F. Carlos García, Ismar Méndez, M. Isabel Cifuentes, B. Wendy Rayón, Maribel Gutiérrez.

Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE DE CONTENIDO.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
I INTRODUCCIÓN.....	1
II Objetivos.....	3
III Hipótesis.....	3
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Generalidades del cultivo.....	4
4.2 Origen del chile.....	5
4.3 Clasificación taxonómica.....	5
4.4 Requerimientos climáticos y edáficos.....	7
4.5 Necesidades nutrimentales del chile.....	7
4.6 Suelo.....	7
4.6.1 Preparación del terreno.....	8
4.7 Tecnología de uso eficiente del agua en chile <i>Capsicum annuum L.</i>	10
4.7.1 Riego por goteo.....	10
4.7.2.1 Riego por goteo subsuperficial.....	11
4.7.2.3 Laminas de riego.....	12
4.7.2.4 Eficiencia en uso de agua.....	13
4.7.3 Proceso Fotosintético.....	14
4.7.3.1 Fotosíntesis C3.....	14
4.7.4 Transpiración en la planta.....	15
4.7.5 Evapotranspiración.....	16
4.7.6 Balance de energía.....	17
4.7.6.1 Luz.....	17

4.7.7 Dióxido de carbono	18
4.7.8 Temperatura	18
4.7.9 Plagas y enfermedades.....	19
4.8 Fertilización.....	19
V MATERIALES Y METODOS.....	20
5.1 Localización.....	20
5.1.1 Localización del Sitio Experimental.....	20
5.2 Características del suelo	20
5.3 Muestreo de humedad en el suelo.....	21
5.4 Acondicionamiento del área del cultivo.....	21
5.5 Establecimiento del cultivo	22
5.5.1 Siembra.....	22
5.5.2 Marco de siembra.....	22
5.5.3 Fecha de cosecha.....	23
5.5.4 Densidad de población	23
5.6. Factores en estudio.....	23
5.7 Manejo del cultivo	23
5.7.1 Control de maleza	23
5.7.2 Control de plagas	23
5.7.3 Fertilización	24
5.7.4 Riego	24
5.7.5 Diseño experimental	25
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1 Fotosíntesis.....	26
5.2 Transpiración.....	26
5.3 Rendimiento.....	26
VII CONCLUSIONES.....	30
VIII Literatura revisada.....	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Contenido de Humedad en el suelo

U.A.A.A.N U.L 2010.....21

Cuadro 2 Calendario de riego aplicado al chile puya

U.A.A.A.N U.L 2010.....24

Cuadro 3 Fotosíntesis, Transpiración y Rendimiento de chile puya bajo diferentes tratamientos de humedad. U.A.A.A.N U.L.2010.....27

INDICE DE FIGURAS

Figura 2 Relación de Rendimiento vs

Fotosíntesis neta U.A.A.A.N U.L 2010.....28

Figura 5 Relación de rendimiento vs

Traspiración U.A.A.A.N U.L 2010.....29

RESUMEN

El chile *Capsicum annum L.* es un cultivo importante en México debido a su elevada competitividad, aceptación internacional e importancia socioeconómica para este proyecto evaluado se obtuvo una producción media de 68.72 toneladas por hectárea.

La investigación se realizó en el campo experimental de la U.A.A.A.N - U.L que se encuentra ubicada sobre la carretera periférico Raúl López Sánchez km., 1.5y carretera santa Fe en Torreón Coahuila México, en la cual se evaluó la producción de chile puya bajo diferentes condiciones de humedad y riego por goteo (húmedo, intermedio y seco). Las variables evaluadas fueron fotosíntesis, transpiración, y rendimiento.

En fotosíntesis se observó que el tratamiento de mayor humedad e intermedio presentaron similar tasa fotosintética, $19.540\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ pero superior al seco. La transpiración fue mayor cuando la disponibilidad de agua fue mayor con $3.696\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, comportamiento similar al observado en fotosíntesis. El rendimiento fue similar para condiciones de alta e intermedia humedad con 68.8Ton ha^{-1} superando al seco. La mejor relación encontrada fue entre fotosíntesis y rendimiento.

Palabras clave: capsicum annum, fotosíntesis, transpiración, rendimiento, riego.

I INTRODUCCIÓN.

El chile (*Capsicum annuum L.*) es un cultivo hortícola importante en México debido a su elevada competitividad, aceptación internacional, importancia socioeconómica y propiedades nutricionales. Los principales problemas que restringen su producción, además de las plagas y enfermedades son el manejo del agua y nutrimentos. El abastecimiento oportuno y cantidad adecuada de agua y nutrimentos es crucial para obtener el rendimiento máximo y beneficio económico del cultivo.

El origen del nombre Chilaca se relaciona con la palabra acatl, caña en náhuatl, lo que constituye una buena descripción de la forma del chile. Chile fresco de color verde-negruzco, brillante de forma alargada algo plana y retorcida, carnoso, es picante y en ocasiones extremadamente picante, generalmente mide entre 15 y 23 cm de largo y unos 2 o 3 cm de ancho. Cuando se seca se pone negro y se llama chile pasilla, de hecho, la gran mayoría se deja secar. Principalmente se cultiva en los estados de Jalisco, Nayarit y Michoacán. Es medianamente picante. Tiene varios nombres adicionales como negro, prieto o chile para deshebrar. Al deshidratarse adquiere un tono negro vidrioso, y pasa a llamarse pasilla.

El chile tiene gran tradición en México, no solo en la alimentación si no también en la medicina, industria y cultura. Esta hortaliza se considera como una de las especies vegetales más cultivadas en Mesoamérica. Además es un cultivo que genera divisas para el país ya que México es el principal proveedor de Estados Unidos de América y Canadá en los ciclos de invierno – primavera (noviembre- mayo). Cultivo que cumple con una función socioeconómica importante a nivel nacional, ya que requiere de mucha mano de obra para su cuidado durante las etapas de desarrollo vegetativo y cosecha.

El chile forma parte de la dieta alimenticia de los mexicanos junto con el maíz, frijol y papa. Cultivo que se adapta a diversos climas y tipo de suelo del país en

altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2500 metros, por lo cual en México se puede obtener producto en fresco en cualquier época del año. Además se destaca por ser una hortaliza de fácil conservación. México es el país del mundo con mayor variedad genética de *Capsicum*, pero curiosamente no es el productor más importante. La estadística a nivel mundial para esta hortaliza ubica a México en el sexto lugar de producción, después de China, España, Turquía, Nigeria e India.

El chile es una de las hortalizas de mayor importancia socioeconómica en la comarca lagunera durante el ciclo de primavera-verano. La explotación de este cultivo se lleva a cabo en los municipios de Lerdo y Gómez Palacio, Durango. Así como en Torreón y Matamoros Coahuila principalmente. En el ciclo primavera verano 2005 se establecieron con esta hortaliza 2,384 ha., con una producción de 2,665 toneladas para un promedio de producción de 11 toneladas por hectárea (Amaya, et al 1991).

II Objetivos.

Determinar la fotosíntesis, transpiración y producción de Chile puya bajo diferentes condiciones de humedad y riego por goteo.

III Hipótesis.

La fotosíntesis, transpiración y rendimiento de Chile puya es similar bajo diferentes condiciones de humedad y riego por goteo.

IV REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 Generalidades del cultivo.

Se ha especulado que el chile pudo haber sido el primer cultivo domesticado en Mesoamérica. Al menos, es posible afirmar que ha sido un ingrediente presente en la comida mexicana desde hace miles de años. Aunque es un producto perecedero y no tiene una buena conservación, en varios sitios arqueológicos se ha encontrado evidencia de la existencia de chile en la época prehispánica como semilla carbonizada o fragmentos de semilla (López, 1986).

Su importancia como condimento en esa época ha quedado confirmada por los escritos de los españoles. La larga lista de guisados y platillos a base de chile y salsa preparadas para la venta se pueden clasificar hasta en seis categorías, picantes, muy picantes, brillantemente picantes y picantísimos (Laborde, 1984).

EL Chile Chilaca (*Capsicum annuum*, L) es una hortaliza sumamente importante por su valor nutritivo y popularidad en la alimentación en México y en cierto grado en otros países del mundo. Económicamente es una hortaliza de gran relevancia pues genera divisas para el país. México es el principal proveedor de los Estados Unidos durante los ciclos invierno-primavera, noviembre-mayo. Sin embargo, México, al igual que otros países del mundo ha tenido un incremento demográfico, ocasionando que los productores agrícolas dispongan de menos tierra cultivable. La superficie cultivable per cápita se ha reducido de 0.6 a menos de 0.4 ha., en menos de medio siglo. Para contrarrestar esta situación y atender la creciente demanda de alimentos se ha establecido como alternativa para la producción de hortalizas, el uso de invernaderos en los cuales se satisfacen las necesidades nutricionales mediante el uso de soluciones nutritivas.

4.2 Origen del chile.

El chile y el picante que crecen en los diversos países de América pertenecen a la especie *Capsicum annum* L. especie nativa de la región tropical de nuevo mundo (Jacques, 1969). El chile es originario de América del sur, concretamente en el área ocupado por Perú y Bolivia, desde donde se expandió el resto de América central y meridional (Pilatti, 2000). Aparentemente Colon llevo la semilla del chile a Europa y fue aceptada más rápidamente que el tomate (Gordon y Barden, 1984)

4.3 Clasificación taxonómica.

Todos los chiles son del genero *Capsicum* de la familia de las solanáceas. Los estudios taxonómicos coinciden en que son cinco las especies, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum pubescens*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum annum*, de las cuales esta última es la más importante (Blanck, 1993).

Familia	Solanaceae
Genero	<i>Capsicum</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Especie	<i>annuum</i>
Nombre Común	<i>Capsicum annum</i>

El chile pertenece al genero *Capsicum* (Lineo, 1753-1754).

Las especies de *Capsicum* son, casi sin excepción, plurianuales. La planta de tallo leñoso forma normalmente un arbusto de hasta 1,5 m., de altura; algunas variedades alcanzan tamaños superiores. Las flores son blancas o verdosas en la mayoría de las variedades, salvo en el *C. pubescens*, en que tienen un color violáceo.

El género *Capsicum* está distribuido a nivel mundial y se encuentra en gran diversidad de formas, tamaños, colores y niveles de picor o pungencia. En general los chiles picantes se pueden clasificar en dos grupos, los primeros de frutas largas y carnosas que pertenecen a la variedad de *Capsicum annuum* y los segundos de frutas pequeñas que pertenecen a la variedad de *Capsicum minimum*. Los tipos menos picantes son los que se utilizan para industrializar y a nivel casero, por lo general pertenecen al primer grupo. Están compuestos en gran porcentaje por agua, en promedio un 74,3%. El contenido de proteína es de 2,3%, y de carbohidratos 15,8%; otros de los componentes son vitaminas y minerales.

Entre los diversos géneros existentes de la familia de las solanáceas, el de *Capsicum* tiene gran importancia. Se produce tanto en regiones tropicales como subtropicales y templadas, encontrándose de 0 a 2,500 msnm. Por su adaptación a una gran diversidad de áreas agroecológicas, se le puede encontrar en el mercado durante todo el año (Pozo *etal.*, 1991).

México es el segundo productor de chile (*Capsicum annuum L.*). El estado de Chihuahua en los últimos años ha incrementado su producción, aportando el 32 % del volumen total nacional. Específicamente, la producción de chile Chilaca equivale al 31.4 % a nivel estatal, de la cual, la variedad Negro representa el 0.1 % (SAGARPA, 2002).

En Chihuahua se distinguen tres zonas productoras de Chilaca: el norte donde se siembran 4,050 ha con una producción de 80,520 toneladas, de las cuales el 30 % son para el mercado de exportación; el centro con 400 ha., produce 1,200 toneladas, y el sur, con 2,140 ha., aporta 4,680 toneladas. Estas dos últimas áreas productoras destinan la producción al mercado nacional. La producción de chile en la zona norte, presenta una diversificación de tipos, donde el 20 % es de jalapeño y 67 % de Chilaca (SAGARPA, 2002).

4.4 Requerimientos climáticos y edáficos.

El chile se desarrolla adecuadamente en campo en climas cálidos y secos con temperaturas de 15- 30° C a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima (Jacques, 1969). El cultivo produce rendimientos elevados con precipitación entre 600 y 1 200 mm, el exceso de lluvia durante la floración produce caída de flores, la humedad relativa es de 70 a 90%.

4.5 Necesidades nutrimentales del chile.

La cantidad de nutrimentos que el chile toma depende de la cantidad de fruto y materia seca que produce, el cual a su vez está influenciado por un número de factores genéticos y variables ambientales. Para que el chile produzca una tonelada de fruto fresco, las plantas necesitan absorber en promedio de 3 a 4 kg de N, 0.7 a 1 kg de P, y de 4 a 6 kg de K (Alt, 1996; Hegde, 1997; Lianet *et al.*, 1997; Castellanos *et al.*, 2000; Azofeifa y Moreira, 2005). En ausencia de cualquier otro factor que restrinja la producción, la absorción de nutrimentos y el rendimiento están fuertemente relacionados (Fageria *et al.*, 1991).

4.6 Suelo.

En la comarca lagunera predominan suelos franco arcillosos y las clases son:

Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica. El subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

Litosol.- Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variables según el material que lo forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta.

Fluvisol.- Está formado por materiales de depósitos aluviales recientes, está constituido por material suelto que no forma terrones y es poco desarrollado. Se encuentran en lugares cercanos a zonas de acarreo de agua.

Respecto al uso del suelo, la mayor parte del territorio municipal es utilizado para la producción agrícola, siendo menor la extensión dedicada al desarrollo pecuario y área urbana.

4.6.1 Preparación del terreno.

La preparación del terreno es un aspecto importante para el éxito de este cultivo. Es necesario que el terreno esté limpio de plagas, mullido y sin terrón que dificulte las labores de cultivo, además debe estar bien nivelado para evitar encharcamientos que causen pudrición a las raíces de las plantas en desarrollo. Para lograr estos objetivos se requiere efectuar con suficiente anticipación las siguientes labores: barbecho, rastreo, nivelación, surcado y trazo de regaderas. Es importante hacer una buena preparación del suelo por las labores de riego o drenaje a fin de que no causar dificultades al cultivo del chile por los encharcamientos que producen cambios bruscos de temperatura, y que facilitan las condiciones de ataque de los microorganismos que dañan el cultivo, (Cano, 1998).

a) El subsuelo

Es una labor mediante la que se realizan galerías en el suelo a unos 50 a 70 cm., de profundidad, con el objetivo de romper las capas profundas, con esto se favorece el drenaje y se evita encharcamientos en la parcela. Esta operación se realiza en verano u otoño con subsolador, en suelo húmedo ya que esto facilita la operación.

b) Barbecho

Esta labor tiene por objeto romper las capas superficiales de suelo (30 a 35 cm.), envolviendo hierbas y estiércol, obteniendo de esta forma, un esponjamiento del suelo, facilitando la penetración de aire y agua.

c) Rastreo

Después del barbecho hay que rastrear, lo cual debe de efectuarse días o semanas después del barbecho, para conseguir un suelo bien trabajado, son necesarias dos o más pasadas de rastra, hasta conseguir que el suelo quede bien mullido y suelto.

d) Nivelación

Cuando se realice el riego por inundación es importante repasar antes de la nivelación de la parcela, para asegurar que la distribución del agua sea uniforme y no forme zonas de encharcamiento. Esta operación se realiza mediante niveladora o trilladora agrícola que carga tierra en zonas altas, transportándola y derramándola en zonas hundidas de la parcela, hasta conseguir una pendiente de 0 a 2 %.

e) Levantamiento de camas o surcos

Se debe considerar los siguientes aspectos (sistema y método de siembra, textura, riego, etc.), si el levantamiento es con una maquina de tractor, la distancia entre surcos varía de 0.75, 0.90 a 1.00 metros dependiendo del ancho de cama. Si el surqueo se hace de forma manual, se puede usar diferentes distancias mencionadas anteriormente (Cano, 1998).

4.7 Tecnología de uso eficiente del agua en Chile *Capsicum annuum* L.

El desafío de mayor relevancia en la producción de Chile seco en el sistema productivo agrícola de mayor importancia, es la baja disponibilidad de agua para el riego y su alto costo, por el consumo de energía eléctrica. Aunado a esto, se tiene baja eficiencia en el uso del agua de riego, con aplicación por arriba de la necesidad del cultivo, y aún así una baja producción del cultivo, lo que afecta la productividad y rentabilidad del Chile. Una tecnología para realizar un uso eficiente del agua en el cultivo de Chile, es con el uso del riego por goteo tipo cintilla, y definiendo los intervalos y el tiempo de riego, así como el arreglo topológico del cultivo (INIFAP, Zacatecas, 2010).

Esta tecnología, permite reducir el volumen de agua aplicado en el ciclo del cultivo con riego tradicional en Chile. En la Tecnología de uso eficiente del agua lo que se incrementa es la productividad, más kilogramos de producto por metro cúbico de agua aplicado. En el riego tradicional, se tiene una productividad de 0.14 kg de Chile por m³ de agua aplicada y en el riego por cintilla es de 0.70 kg/m³, teniendo un incremento de cinco veces. Un beneficio adicional, es que el sistema de riego, auxilia en el control de la enfermedad de la secadera, al aplicar el agua de riego en forma más uniforme evitando encharcamientos. También, con el sistema de riego se aplican fertilizantes en forma dosificada con lo que se logra mayores beneficios al productor por mejorar la cantidad y calidad del producto, coadyuvando así a que esta actividad sea más rentable para el productor de Chile (INIFAP, Zacatecas, 2010).

4.7.1 Riego por goteo

El sistema de riego por goteo, se introdujo y adoptó en el agro debido a su alto grado de eficiencia ya que, con este sistema se logra minimizar las pérdidas por infiltración profunda y lo más importante, se reduce el escurrimiento superficial.

Así, el agua aplicada es solamente la que el cultivo requiere para su crecimiento y producción (Moreno, 2009).

El riego por goteo es la aplicación lenta y frecuente de agua al suelo mediante emisores o goteros localizados en puntos específicos a lo largo de líneas regantes distribuidoras de agua. El agua emitida se mueve a través del suelo mayormente por flujo no saturado. De este modo se mantiene unas condiciones favorables de humedad en la zona de las raíz de las plantas y se propicia su desarrollo óptimo.

El riego por goteo se empezó a usar en 1950, cuando un ingeniero israelí observó que un árbol de un grifo, que goteaba agua, mostraba un crecimiento más vigoroso que los otros árboles del área. Sin embargo, el origen del concepto básico de riego por goteo puede remontarse al 1860 en Alemania, cuando se desarrolló un sistema de riego por goteo cerrado. Como parte del desarrollo de este sistema se realizaron trabajos en los Estados Unidos a partir de 1913. En 1920, en Alemania tubos perforados fueron utilizados pero no fue hasta el desarrollo de los tubos de plástico, durante y después de la segunda guerra mundial, que el riego por goteo empezó a ser económicamente factible. El riego por goteo ayuda a fortalecer la agricultura y a incrementar la eficiencia en la producción de los alimentos. En este sistema se utilizan plenamente los recursos naturales agua, suelo, y clima (Goyal, et al. 2007).

4.7.2.1 Riego por goteo subsuperficial

Los sistemas de riego por goteo subsuperficial distribuyen los flujos de agua a una velocidad lenta de una manera muy uniforme. Un sistema diseñado adecuadamente y al cual se le ha dado el mantenimiento apropiado debe durar más de 20 años.

Un programa de mantenimiento incluye limpieza de filtros, lavado de líneas, agregar cloro e inyectar ácidos. Si se llevan a cabo estas medidas preventivas, se

puede evitar la necesidad de hacer reparaciones mayores, como reemplazar las partes dañadas y se puede extender la vida del sistema (Enciso, et al., 2005).

Las desventajas del riego subsuperficial es que el caudal del emisor puede verse afectado por las características de suelo. Esto sucede porque se genera una presión positiva a la salida del emisor. Alrededor de la misma, se forma una cavidad esférica en cuyo interior el agua fluye libremente. En condiciones de régimen permanente, la presión en el suelo se puede relacionar con las propiedades hidráulicas del suelo, el caudal del emisor y el radio de esta cavidad. Se ha observado, en suelo franco uniforme, la formación de cavidades y se ha obtenido la tendencia entre caudal y presión en el suelo que ilustra el comportamiento de los emisores al ser enterrados en campo (Rodríguez, et al., 2009).

4.7.2.3 Lamina de riego

El riego por goteo se incluye dentro de los denominados riegos localizados. Se caracteriza por la aplicación de agua al suelo y nutrientes a través de emisores denominados goteros o cintas de riego sobre o bajo de la superficie de este, sin mojar la totalidad del terreno. Se aplican diferentes caudales a través de un número variable de puntos de emisión, generando un reducido volumen de suelo mojado, lo que determina su operación con alta frecuencia para mantener un elevado porcentaje de humedad en el suelo (Rodrigo et al., 1992).

En la zona humedecida se desarrolla el sistema radicular de la planta, disponiendo de agua y nutrientes a baja tensión en forma permanente y según la evolución del cultivo, que lo que trae grandes beneficios en términos de producción obtenida y calidad de producto, siempre y cuando otro factor no sea limitante (C.N.R, 1996).

Entre las ventajas destacan la alta eficiencia en uso de agua y fertilizantes, mínima necesidad de mano de obra, posibilidades de automatización facilitando el

manejo y la operación del sistema por hasta 24 horas, facilita la realización de otras prácticas culturales en forma paralela, posibilidad de utilizar el sistema en variados tipos de suelo, producir en diferentes climas, utilizar recursos de agua limitados y requerir bajas presiones de trabajo con los consiguientes ahorros de energía en comparación a otros sistemas presurizados (C.N.R, 1996).

Las limitaciones del sistema de riego por goteo son significativamente menores a las ventajas anteriormente señaladas. Entre estas destacan, la susceptibilidad de los puntos de emisión de agua a obturaciones, necesidad de operar la instalación por personal con cierta calificación y el alto costo de inversión inicial, por lo que es importante utilizar el apoyo que el estado ofrece a la inversión en riego sobre la base de un proyecto diseñado específicamente para la explotación (Gurovich, 1992).

4.7.2.4 Eficiencia en uso de agua

La eficiencia en uso de agua es el rendimiento que tiene un ecosistema vegetal por unidad de agua evapotranspirada (Antón, 2004).

La producción de biomasa en cualquier cultivo o comunidad vegetal esta fuertemente determinado por la cantidad de agua disponible en el suelo. Esto resulta evidente a simple observación del paisaje natural y lo es mucho mas cuando se cuantifica la producción anual cosecha o biomasa acumulada en Kg/ha., y agua utilizada en m³ /ha. Esta relación se da cuando comparamos la precipitación anual y producción de biomasa en diferentes cultivos, a pesar de la fuerte interferencia de otros factores limitantes como la temperatura, disponibilidad de nutrientes o las horas de la luz, así como de las dificultades de la estimación de la producción de biomasa, la relación resulta evidente a escala global. Cuando se compara una especie en diferentes regímenes de disponibilidad hídrica, el ajuste de la producción a la disponibilidad de agua es muy superior, de forma que la

cosecha queda totalmente determinada por el agua utilizada (Medrano, et al., 2007).

La razón esta en que el proceso base de la producción de nueva biomasa (fotosíntesis) y el gasto de agua (transpiración) se producen simultáneamente a la entrada de dióxido de carbono y salida del agua a través de la misma vía, los estomas en las hojas. Entremás abiertos están, mas fácilmente entra el CO₂ pero también mas rápidamente se escapa el agua (Medrano, et al., 2007).

4.7.3 Proceso Fotosintético

La fotosíntesis es un complejo proceso metabólico, dependiente de la energía luminosa, que consiste básicamente en incorporar el carbono inorgánico del CO₂ atmosférico en la forma de una molécula orgánica de tres carbonos (trifosfoglicerato), utilizando ATP y NADPH. El primer producto estable de la fotosíntesis es una molécula de 3 carbonos- El proceso se conoce también como fotosíntesis C₃. La fotosíntesis C₃ también se denomina fotosíntesis oxigénica ya que el oxígeno molecular (O₂) es un importantísimo subproducto del proceso y permite diferenciarlo de la fotosíntesis anoxigénica presente en algunas bacterias fotosintéticas. En los organismos fotosintéticos eucariontes, la fotosíntesis ocurre al interior del cloroplasto de las células; en organismos procariontes, cianobacterias, la fotosíntesis es un proceso citoplasmático. Adicionalmente, algunas plantas de zonas desérticas utilizan alternativas bioquímicas del proceso fotosintético tipo C₃ que les permite adaptarse a ambientes calurosos y secos: la fotosíntesis oxigénica tipo C₄ y tipo CAM (metabolismo ácido de las Crasuláceas).

4.7.3.1 Fotosíntesis C₃

Proceso presente en la gran mayoría de las plantas superiores en este proceso metabólico, primero, el CO₂ atmosférico ingresa a los espacios

intercelulares del tejido mesófilo de la planta, a través de los estomas abiertos; segundo, el CO_2 ingresa a los cloroplastos de las células mesófilas; tercero, la enzima RUBISCO (ribulosa fosfato carboxilasa/ oxigenasa) cataliza la fijación del CO_2 para formar moléculas de tres carbonos (3-fosfoglicerato); cuarto, mediante la participación de las enzimas del Ciclo de Calvin y otros procesos metabólicos adicionales, las moléculas C_3 son convertidas en otras moléculas de carbohidratos (glucosa, sacarosa, almidón) y, luego, en otros componentes de la célula vegetal (aminoácidos, proteínas, lípidos). El oxígeno molecular es liberado en la fotosíntesis, en una etapa dependiente de la luz conocida como fotólisis del agua.

Las plantas con fotosíntesis C_3 este proceso disminuye la eficiencia de la fotosíntesis ya que en un ambiente rico en O_2 , la enzima rubisco sintetizará el compuesto glicolato que finalmente llevará a la pérdida neta de carbonos en la forma de CO_2 . En un ambiente con una atmósfera normal, los niveles de oxígeno son lo suficientemente altos para que la fotorespiración sea un gran obstáculo para la fotosíntesis y, por tanto, al crecimiento de la planta (Pérez, 2009).

4.7.4 Transpiración en la planta

El agua representa cerca del 70% del peso de las plantas no leñosas y una de las funciones más importantes del agua es permitir que las plantas realicen procesos metabólicos esenciales; la fotosíntesis. Para ello, las plantas deben obtener dióxido de carbono de la atmósfera, que fluye a través de las estomas, poros o pequeñas aperturas localizadas en la superficie inferior de las hojas. Su apertura permite el intercambio de gases entre la planta y la atmósfera; sin embargo, el riesgo de pérdida de agua es alto. El espacio aéreo de las estomas está saturado con vapor de agua y la atmósfera que la rodea tiene aire no saturado con agua; por tanto, cada vez que las estomas se abren, la planta perderá agua hacia el Medio externo, proceso que se denomina transpiración. La pérdida de agua por transpiración es compensada por la entrada de agua a nivel

de las raíces de la planta, que la bombean desde la tierra hacia las hojas, debido a la existencia de una gradiente de concentración agua entre la estoma y las raíces.

Además, los productos de la fotosíntesis en las hojas (carbohidratos) son distribuidos al resto de la planta, incluyendo la raíz y favoreciendo su crecimiento. Un aspecto positivo de la transpiración es permitir el control de la temperatura a nivel de las hojas.

Algunas especies controlan el número de hojas, de modo que tienden a perder total o parcialmente sus hojas en períodos de sequía. Otras simplemente no tienen hojas y el proceso fotosintético está localizado en el tejido de sus tallos.

Alternativamente, el aumento del grosor de las hojas permite disminuir el riesgo de pérdida de agua por transpiración; este aumento en grosor es acompañado por un incremento en la cantidad de tejido fotosintético. Ya que la transpiración también ocurre a través de la cutícula de la hoja, en algunas especies se observa que el aumento de grosor de la hoja va acompañado de un aumento en la capa de cera (Pérez, 2009).

4.7.5 Evapotranspiración

Proceso a través del cual el agua presente en la relación suelo- planta pasa de estado líquido a gaseoso; y constituye la suma de la evaporación del suelo y la transpiración de la planta. El hecho de que la ET sea un proceso controlado por la presencia de la energía proveniente del sol, para que ocurra es necesario la conversión de la energía de radiación a calor latente, el cual esta ligado a la vaporización de las moléculas de agua.

En cualquier balance hidrológico con fines de evaluación, diseño o de planeación del riego, la evapotranspiración es el componente mas importante. Su importancia estriba primero, en que el rendimiento de los cultivos es una función de este componente, y en segundo en que términos de proporción, ET, presenta el mayor porcentaje en relación al resto de los componentes del balance hidrológico.

En términos de planeación, los valores que se logren en el análisis de un balance hidrológico serán del procedimiento de cálculo de ET utilizado (De la Peña, 1987).

4.7.6 Balance de energía

Este proceso consiste en el desglose de la energía solar recibida en energía invertida para el calentamiento del aire, suelo y la utilizada para la evaporación y/o transpiración del agua existente tanto en el suelo como en la planta. En la actualidad existen un sinnúmero de procedimientos para el cálculo de la ET, los cuales van desde simples relaciones lineales hasta complejas combinación de variables que reflejan las mayores interacciones físicas de los principales componentes de la relación agua-suelo-planta-atmosfera (De la Peña, 1987).

4.7.6.1 Luz

La luz es importante en la producción de reacciones fotobiológicas mediadas por las plantas. Darwin investigó el fenómeno del fototropismo ("The Power of Movement in Plants, 1880). La luz interviene como condición coordinadora o reguladora en la planta, y es fuente de energía de la planta pero también tiene otras funciones diferentes y es la de servir señal que induce procesos fisiológicos (Hartmann, 1986).

La elaboración del factor luz está dentro de la capacidad de las plantas superiores. La fotosíntesis en las plantas produce las sustancias metabólicas en forma de hidratos de carbono, por tanto en que esta capacidad de las plantas es una base importante también para nuestra propia vida. En este proceso se transforma la energía de la luz, agua y dióxido de carbono en hidratos de carbono.

La reacción se produce por la absorción de la luz que realiza la pigmentación verde de la planta, es decir la clorofila. La planta, mediante múltiples reacciones de adaptación, intenta alcanzar la mayor cantidad de luz posible o reducir, todo lo posible las intensidades de luz excesiva perjudiciales para ella (Hartmann, 1984).

4.7.7 Dióxido de carbono

También denominado óxido de carbono (IV), gas carbónico y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su representación por estructura de Lewis es: $O=C=O$. Es una molécula lineal y no polar, a pesar de tener enlaces polares. Esto se debe a que, dada la hibridación del carbono, la molécula posee una geometría lineal y simétrica (Hartmann, 1984).

4.7.8 Temperatura

La superficie terrestre recibe energía proveniente del Sol, en forma de radiación solar emitida en onda corta. A su vez, la Tierra, con su propia atmósfera, refleja alrededor del 55% de la radiación incidente y absorbe el 45% restante, convirtiéndose, ese porcentaje en calor. La tierra irradia energía, en onda larga, conocida como radiación terrestre. El calor ganado de la radiación incidente debe ser igual al calor perdido mediante la radiación terrestre; de otra forma la tierra se iría tornando, progresivamente, más caliente o más fría. Este balance se establece en promedio; pero regional o localmente se producen situaciones de desbalance cuyas consecuencias son las variaciones de temperatura. La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud (Dennison, 2004).

Estas diferencias de radiación originan la variación de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de

superficie y en función de la altura. Ejercen influencia sobre la temperatura: La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y variación con la altura. (Dennison, 2004).

4.7.9 Plagas y enfermedades

Es conveniente vigilar constantemente el huerto para enterarse de la presencia de insectos y enfermedades. En caso de encontrar algún daño o síntomas de enfermedades, acudir a un técnico.

Las plagas predominantes en la mayoría de las hortalizas son: gusano de la hoja, soldado medidor, pulgones, mosquita blanca y trips. Los síntomas que pueden presentar son; marchitez de la planta, frutos y hojas perforadas, deformaciones de las hojas (enrollamiento) y áreas amarillas (Aparicio, 1998).

4.8.0 Fertilización

En el caso de hortalizas de fruto se podría aplicar las siguientes fórmulas químicas; nitrato de amonio 298 gramos, sulfato de amonio 488 gramos, súper fosfato triple 130 gramos, estas medidas son para 10 metros cuadrados de la superficie sembrada.

V MATERIALES Y METODOS.

5.1 Localización.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - UL, se encuentra ubicado sobre el periférico Raúl López Sánchez km., 1.5 y carretera santa Fe en Torreón Coahuila México. El clima de la Comarca Lagunera predomina los subtipos secos semicálidos. La temperatura media anual es de 20 a 22°C. En el apogeo del verano puede alcanzar una temperatura de hasta 50°C a la intemperie. La precipitación media anual es de 253 mm/ año. Con un escurrimiento de 223(Hm3) la humedad relativa promedio anual es de 22%. (C.N.A, 2011).

5.1.1 Localización del Sitio Experimental.

La investigación se llevo a cabo en el campo experimental de La Unidad Laguna de la U.A.A.N.-U.L., ubicada en el predio de San Antonio de los Bravos, en la ciudad de Torreón, Coahuila., México, sobre el periférico que conduce a Gómez Palacio, Durango., y carretera a Santa Fe, a 25° 25' y 25° 30' de latitud norte, entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Ramírez-Canales, 1974; Schmidt, 1989; INEGI, 1998).

5.2 Características del suelo

En el análisis realizado a las muestras de suelo en el laboratorio de suelos departamento de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad laguna ubicada en la ciudad de torreón Coahuila México, se en encontró una textura franco arcillosa, densidad aparente de 1.2 gr/cm³, capacidad de campo de 31.25% y un punto de marchitez permanente de 16%.

5.3 Muestreo de humedad en el suelo

El análisis de humedad de suelo del área de estudio se llevo a cabo en las instalaciones del departamento de riego y drenaje de la universidad autónoma garria Antonio narro de Torreón. El peso de las muestras de suelo recolectadas en campo se determinó utilizando una báscula electrónica digital marca Explorer, modelo E02130. El secado de muestras se realizó en horno marca Felisa, modelo 293, serie 89003. Los resultados de humedad en el suelo obtenidos de los muestreos de humedad realizados del día 21 de febrero de 2010 al 04 de marzo del mismo año se presenta en Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de humedad en el suelo U.A.A.A.N. U.L. 2010

Parámetros	Contenido de humedad en el suelo (g)		
Profundidad	0-30	30-60	60-90
Húmedo	18.11	11.99	11.66
Intermedio	11.97	6.71	6.55
Seco	5.67	5.29	5.10

Tabla 1 muestra las diferentes humedades que se utilizaron en el transcurso del ciclo vegetativo.

5.4Acondicionamiento del área del cultivo

El terreno donde se llevo acabo el proyecto es un terreno donde se realizaron las prácticas necesarias de rastreo para adecuar el terreno a las condiciones aptas para el desarrollo de los cultivos. Se instaló el sistema de riego por goteo subsuperficial para este experimento.

La preparación del terreno e implementación del sistema de riego (goteo subsuperficial) tuvo lugar del 15 al 21 de noviembre. Para condicionar el terreno se

dieron dos pasos con arado a una profundidad aproximada a 40 centímetros posteriormente se preparó el terreno en camas ancho de a.5 metros y separación de 1.5 metros para el establecimiento del cultivo.

El sistema de riego se instaló de la siguiente manera:

- Toma principal derivado de agua conectada al sistema de riego de la U.A.A.A.N U.L.
- Tubería de conducción principal, de material PVC, de 2 pulgadas de diámetro.
- Insertores para cintilla que se incrustaron en la tubería de conducción a 1.5 metros de separación.
- La cintilla quedó enterrada en las camas a una profundidad aproximadamente de 30 centímetros, y distanciamiento entre orificios en cintilla de 30 centímetros.

5.5 Establecimiento del cultivo

5.5.1 Siembra.

La siembra se realizó manualmente el 12 de mayo mediante el método de siembra directa en la cama establecida.

5.5.2 Marco de siembra.

Marco de Siembra: 1.5 m. entre surcos y 30 cm. entre plantas según la variedad de la misma.

Surcos dobles: se trazaron surcos con 20 cm de altura y 50 cm entre surcos. Se realizó el trasplante encima de la cama con una distancia entre plantas de 30 cm. Es muy importante regar el cultivo establecido después del trasplante.

5.5.3 Fecha de cosecha.

La cosecha de frutos se realizó cuando estos alcanzaron su tamaño característico (6 a 8 cm para las variedades recomendadas) El primer corte o “caliente” se realizó aproximadamente a los 100-110 días después del trasplante; el resto de los cortes se hizo generalmente a intervalos de 12 a 16 días.

5.5.4 Densidad de población

Densidad de población de 22 mil plantas por hectárea lo cual se logra dejando una planta cada 30 cm y una distancia entre surcos de 1.5 m.

5.6. Factores en estudio

La medición de fotosíntesis y transpiración se realizó utilizando un C1-340 Hand- Held Photosynthesis System cid. Inc. Made in Usa. El rendimiento en Ton ha^{-1} se determinó en función de la producción obtenida en cada parcela útil de cada unidad experimental.

5.7 Manejo del cultivo

5.7.1 Control de maleza

El área de estudio se mantuvo libre de malezas, manualmente.

5.7.2 Control de plagas

Así mismo, se hizo con las plagas, para evitar, en caso de que aparezcan algunas colonias, erradicarlas a tiempo y evitar que se propaguen en todo el cultivo.

5.7.3 Fertilización

No se aplicó ninguna solución nutritiva en los cultivos

5.7.4 Riego

El riego fue aplicado por sistema de riego por goteo subsuperficial. El gasto promedio por emisor fue de 0.8 litros por hora. La lámina de riego aplicada fue de 5.7 centímetros en un tiempo aproximado de riego de 12 horas.

Se aplicó un riego al momento de trasplante, y posteriormente se regó cada 15 días debido a la poca evapotranspiración requerida por la planta, y a medida que la temperatura fue incrementando el intervalo de riego se redujo a 7 días.

Se aplicó un calendario de riego en base a las necesidades del cultivo, la intención era la de utilizar volúmenes pequeños de agua pero constantes a través del riego por goteo subsuperficial, la separación de emisores de la cintilla (Marca Toro) fue de 30 centímetros.

Cuadro 2. Calendario de riego aplicado al chile puya U.A.A.AN U.L 2010

numero de riegos	fecha de riego	L R (cm)	IR (días)
1	05-may	12.8	0
2	12-may	5.3	7
3	25-may	5.3	13
4	07-jun	5.4	13
5	18-jun	5.2	11
6	28-jun	5.5	10
7	07-jul	5.6	9
8	15-jul	5.4	8
9	23-jul	5.4	8
10	31-jul	5.4	8
11	08-ago	5.3	8

12	17-ago	5.7	9
13	26-ago	5.5	9
14	04-sep	5.2	9
15	14-sep	5.2	10
16	26-sep	5.2	12

Cuadro 2. Muestra el calendario de riego que necesita el chile puya para su desarrollo.

5.7.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con tres repeticiones.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Fotosíntesis

La actividad fotosintética bajo las tres condiciones de humedad evaluadas se presenta en Cuadro 3. El análisis estadístico realizado para este parámetro detecto diferencia significativa entre tratamientos. La mayor actividad fotosintética de las plantas se presento en los tratamientos húmedo e intermedio con un valor de $19.54 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La menor actividad fotosintética se presento en el tratamiento seco con una tasa fotosintética de $18.454 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

5.2 Transpiración

La tasa de transpiración del cultivo de chile puya bajo diferentes tratamientos de humedad se presenta en el Cuadro 3. El análisis estadístico realizado detecto diferencia estadística entre tratamientos. La mayor tasa de transpiración al igual que para fotosíntesis se presento en el tratamiento húmedo e intermedio con un valor de $19.540 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura que a mayor disponibilidad de agua mayor transpiración (Cisneros, A.R. 2003). En el tratamiento seco, se obtuvo la menor transpiración ya que al igual la fotosíntesis disminuyo al decrecer la disponibilidad de agua.

5.3 Rendimiento

El análisis estadístico realizado para rendimiento Ton ha^{-1} bajo los diferentes tratamientos de humedad detecto diferencia estadística entre ellos, Cuadro 3. El mayor rendimiento se presento en el tratamiento húmedo e intermedio, con un valor de 68.8Ton ha^{-1} , y finalmente en seco con un rendimiento de 65.8Ton ha^{-1} respectivamente. El rendimiento decreció al disminuir la disponibilidad de agua.

Cuadro 3. Fotosíntesis, Transpiración y Rendimiento en chile puya bajo diferentes tratamientos de humedad U.A.A.A.N.U.L 2010.

Tratamientos	Fotosíntesis	Transpiración	Rendimiento Toneladas/Hectárea
Húmedo	19.540 a	3.92 a	68.8 a
Intermedio	19.540 a	3.92 a	68.8 a
Seco	18.454 b	3.696 b	65.8 b

5.4 Relación entre rendimiento y fotosíntesis Neta (Pn).

La relación entre estas dos variables se realizó a través de un análisis de regresión la cual se presenta en la Figura 1. En ella se puede observar que a medida que se incrementa la tasa fotosintética se incrementa la tasa de rendimiento. Existe una estrecha relación entre estas variables como lo indica el coeficiente de regresión obtenido de 0.972

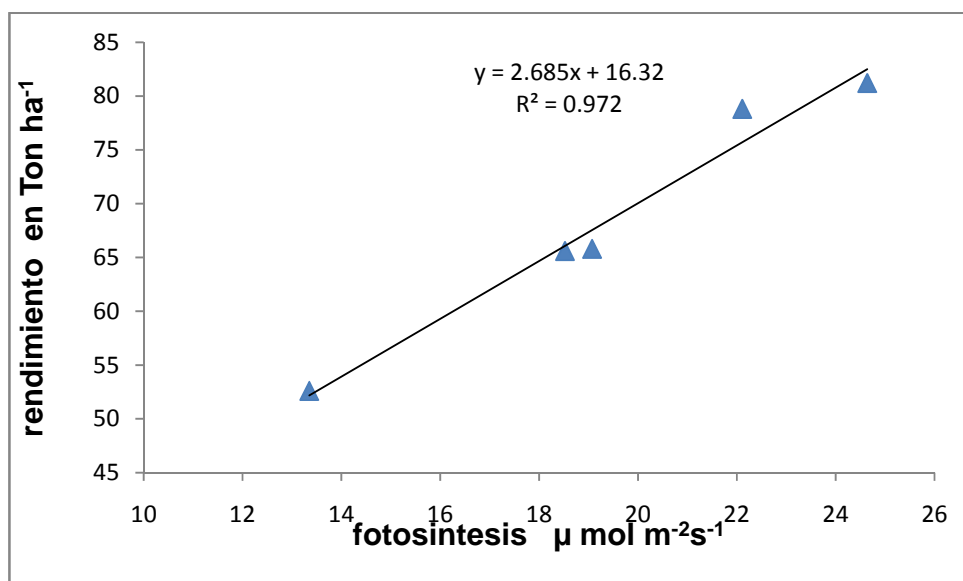


Figura 1. Relación entre fotosíntesis y rendimiento de Chile Puya. U.A.A.A.N. U.L. 2010.

5.5 Relación entre rendimiento y transpiración.U.A.A.N.U.L 2010.

La relación entre estas dos variables se realizó a través de un análisis de regresión al igual que con fotosíntesis y se presenta en la Figura 2. En ella se puede observar que a medida que se incrementa la tasa de transpiración se incrementa la tasa rendimiento. La relación entre rendimiento y transpiración es menor que la de rendimiento y fotosíntesis tal como lo indica el coeficiente de regresión 0.8262.

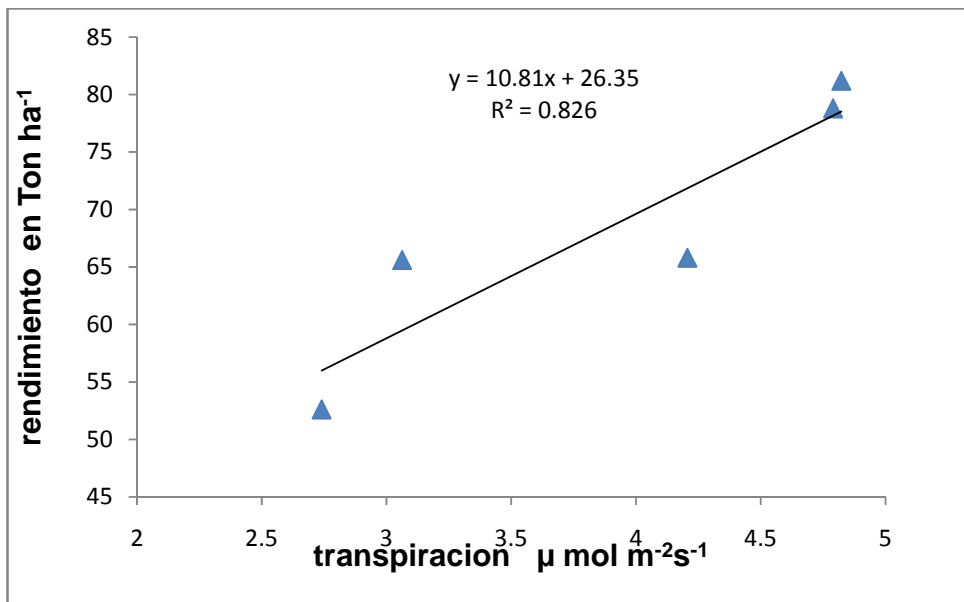


Figura 2. Relación entre transpiración y rendimiento de chile puya. U.A.A.A.N. U.L. 2010.

VII CONCLUSIONES

En función de las condiciones bajo las cuales se realizó el presente trabajo se concluye:

La mayor tasa de fotosíntesis y transpiración se presentaron a mayor disponibilidad de agua.

La mejor relación se obtuvo entre fotosíntesis y rendimiento.

VIII LITERATURA REVISADA

- Amaya G., Memorias del IV congreso nacional de horticultura et-al 1991. U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila, México.
- Blanck, L.L, et Al. 1993. Cultivo de chile; una guía de campo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Cano, A. F. M. 1998. Potencial exportador de chiles en fresco, de una zona libres de plagas. Editorial de vecchi, S.A de C.V. Barcelona.
- Champagnol, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne el de viticulture générale, imprimerie DEAHN, Montpellier.
- Comisión Nacional del Agua, Torreón Coahuila. C.N.A. 2011. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila, México.
- De la peña, I. 1987. Manual del uso y manejo del agua de riego. Patronato para la producción y extensión agrícola y ganadero. Cd. Obregon, Sonora, México. 186 pp.
- Dennison, D.S. 2004. Phototropism in: Encyclopedia of Plant Phisiology new series Vol. 1. 7. Phisiology of movements.
- Enciso, J., Porter, D., García, H. V. 2006. Asociación cubana de técnicos agrícolas y forestales. Recomendaciones de actaf. Hoja divulgativa # 1. Villa clara.
- Fersini, A. 1982. Horticultura practica. Editorial diana S.A de C.V. México D.F.
- Grajales Pérez, M. mejoramiento genético de hortalizas, S.B. 319.5.p47, 2ª. Ed 1998.
- Goyal, M. R., M. Martínez R., Martínez R. E.L. y Rojas I.N. Torres. 2007. Manejo de Riego por Goteo. Capitulo VI: Principios de Riego por Goteo.

- Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico. pp.175-188.
- Gordon, H. R. y J. A. Barden. 1984 horticultura, AEG. Editor S.A., México pp.532-533.
- Hartmann, E. La elaboración de señales por las plantas. Universitas. 1986; 23:187-198.
- Hartmann E, Jenkins G. 1984. Photomorphogenesis of mosses and liverworts. In AF Dayer (ed.). The experimental biology of Bryophytes, Academic Press, London/New York. Chap 10: 203-228.
- INFOAGRO. 2010. InfoagroSystems, S.L. disponible en:(<http://www.infoagro.com/hortalizas/hortalizas.htm>). Septiembre 2010.
- Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. 2007. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) fertilización y riego de cultivo de chile en la región lagunera.
- Moreno, R. A., Aguilera G. S., García Perry, L. 2007. Efecto de la vermicomposta en chile Chilaca (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) In The Americas. *Science* (315): pp. 986-988.
- Moreno, P. R. 2009. Manual de operación y mantenimiento de riego por goteo. Editado por CEDEP-ICA. Lima, Perú. pp.6-7.
- López, T. M. 1986 Horticultura; Primera Edición; Editorial Trillas, México Laborde, C. J. A. 1982 recursos genéticos de chile. SARH instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas en Chapingo. Edo. De México. México D.F.
- Pérez, E. Urria, C. 2009. Fotosíntesis: aspectos básicos. Facultad de ciencias biológicas. Universidad Complutense De Madrid.

- Pilatti, R. A. 2000. Alternativas hortícolas, cultivo de chile capsicum annum bajo invernadero.
- Plaut, Z., Buttow B.J., C.S. Wrigley, B. y C.W. 2004. Transporte de materia seca en los granos de trigo en desarrollo y su contribución al rendimiento de grano bajo estrés hídrico post-antesis y temperatura elevada. Cultivos Res. 86:185-198.
- Comisión Nacional del Agua CNA. 2010 Organismo de Cuenca Centrales del Norte-Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.Calz. Manuel Ávila Camacho 2777 oriente Col. Las Magdalenas C.P. 27010 Torreón Coahuila Tel: (871) 717 7801 Fax: 747 9012
- Reynolds, M.P., M.I. Delgado., M. Gutiérrez-Rodríguez y A. Larqué-Saavedra. 2000. La fotosíntesis de trigo en un ambiente cálido y de regadío. I. La diversidad genética y la productividad de los cultivos. Cultivos Res. 66:37-50.
- Rodríguez, P. A. 1992. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. 1ª edición 1992, editorial limusa S.A de C.V. México pp. 15-22.
- Rodríguez, Martínez, R. 1988. Evolución del sistema del sistema reproductivo de capsicum annum I. Tesis de M.C. colegio de postgraduados, montecillos, México, pp. 20-28.
- SAGARPA. 2002. Planeación y desarrollo de chile en zonas áridas, delegación en la región lagunera. Comunidad verbal. Cd. Lerdo, Durango.
- Valadez, López A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, noriega editores, México, D.F.