

Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

Producción de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum Mill*) en invernadero evaluando el CO₂ y Temperatura en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

Informe Final de Residencia Profesional que Presenta el C:

LIZBETH GUADALUPE ALAMILLA PRADO.

Número de control:

09870072

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor interno:

M.C. VÍCTOR EDUARDO CASANOVA VILLAREAL

Juan Sarabia, Quintana Roo
Diciembre 2013




SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA


El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERO AGRÓNOMO, C. **Lizbeth Guadalupe Alamilla Prado**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **M.C. Víctor Eduardo Casanova Villareal**, el asesor externo el **ING. José Antonio Santamaría Mex** y el revisor el **ING. Nahún Santos Chacón**, habiéndose reunido para evaluar el trabajo titulado “Producción de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* mill) en invernadero evaluando el CO₂ y la Temperatura en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya ” que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

Asesor Interno



M.C. Víctor Eduardo Casanova Villareal.

Asesor Externo



ING. José Antonio Santamaría Mex.

Revisor



ING. Nahún Santos Chacón.

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2013.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

Contenido	Página
I. OBJETIVOS.....	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos.....	1
II. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	2
III. INTRODUCCIÓN.....	4
IV. ANTECEDENTES.....	8
4.1. La Temperatura.....	8
4.1.1. Definición.....	8
4.1.2. La temperatura y la planta.....	9
4.1.3. Concepto de temperatura de usos frecuente.....	10
4.1.4. La temperatura dentro de los invernaderos.....	10
4.2. El dióxido de carbono CO ₂	11
4.2.1. Definición.....	11
4.2.2. El CO ₂ dentro de los invernaderos.....	12
4.2.3. Aporte del CO ₂ al invernadero.....	13

4.3. El Cultivo de tomate rojo (<i>Lycopersicom esculentum</i>)....	14
4.3.1 Requisitos climáticos.....	15
4.3.2. Planta.....	15
4.3.3. Sistema radicular.....	15
4.3.4 Tallo principal.....	15
4.3.5 Hoja.....	16
4.3.6 Fruto.....	16
4.3.7 Origen.....	26
4.3.8. Clasificación taxonómica.....	17
4.3.9. El pH de agua.....	18
4.3.10. La conductividad eléctrica del agua.....	18
V. METODOLOGÍA.....	19
5.1 Ubicación y descripción del sitio del proyecto.....	19
5.2 Estación meteorológica.....	20
5.3. Análisis de suelo.....	21
5.4 Infraestructura.....	22
5.5. Instalación del sistema de riego.....	23
5.6. Preparación de la solución nutritiva.....	24
5.7. Labores culturales.....	26
5.7.1. Siembra y plantación.....	26
5.7.2. Marco de plantación.....	28
5.7.3. Cosecha.....	29
5.7.4. Variedad.....	29
5.7.5. Riego.....	30

5.7.6. Tutorado.....	31
5.7.7. Aporque.....	32
5.7.8. Poda.....	33
5.7.9. Destallado.....	34
5.7.10. Deshojado.....	34
5.7.11. Aclareo de frutos.....	35
VI. RESULTADOS.....	36
VII. CONCLUSIONES.....	41
VIII. REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de proyecto.....	19
Figura 2 .Estación meteorológica.....	20
Figura 3. Pulverización del suelo.....	22
Figura 4. Invernadero tipo túnel.....	22
Figura 5. Bomba y rotoplas.....	23
Figura 6. Taimer	23
Figura 7.Tubería.....	23
Figura 8. Instalación de goteros.....	23
Figura 9. Peachimetro.....	25
Figura 10. Pesado de fertilizantes.....	25
Figura 11. Piqueras del riego.....	25
Figura 12 .Charolas germinadoras.....	27
Figura 13. Llenado de charolas.....	27
Figura 14 .Siembra de semilla.....	27
Figura 15 .Tapado de la charola.....	27
Figura 16 .Medición entre plantas.....	28
Figura 17. Trasplante de tomate rojo.....	28
Figura 18 .Tutores del cultivo	32
Figura 19. Aporque del tomate.....	33
Figura 20. Captura de datos	36
Figura 21.Gráfica del comportamiento de la temperatura.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 .Solución nutritiva en tomate rojo (<i>Lycopersicom esculentum</i>).....	24
Cuadro 2 .Comportamiento de la temperatura Nov-Dic 2013.....	36
Cuadro 3. Altura de planta.....	38
Cuadro 4 .Tallo de planta.....	39
Cuadro 5 .Peso del tomate (<i>Lycopersicom esculentum Mill</i>).....	39

I. OBJETIVOS.

1.1. Objetivo general.

Evaluar el CO₂ y la temperatura en el cultivo del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum Mill*) en un invernadero tipo túnel ubicado en las Instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, del Ejido de Juan Sarabia, Quintana Roo.

1.2. Objetivos Específicos.

- ❖ Evaluar las fluctuaciones diarias del CO₂ dentro del invernadero y ver su relación que guarda con la temperatura, durante el periodo de agosto a diciembre en el cultivo de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum Mill*).

- ❖ Medir la altura, diámetro y rendimiento de las plantas del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum Mill*) en el invernadero tipo túnel ubicado en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la zona Maya.

II. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.

Esta investigación se realizó para motivar a residentes del área de agronomía y dejar trabajos tecnológicos para que investigadores amplíen conocimientos y así nos permite ser profesionistas técnicos con una sólida preparación, capaces de planear, diseñar y administrar estrategias para obtener conocimientos técnicos y prácticos en el cultivo de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill),

En el cual se midieron dos factores el dióxido de carbono también conocido como anhídrido carbónico que es un elemento de gran importancia para las plantas y la temperatura que es el factor más importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero para su crecimiento y desarrollo de la planta.(Gil *et al* 2010).

De igual manera este proyecto nos ayuda a conocer y poder elegir la mejor estrategia de cómo poner en práctica la producción del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la variedad híbrido Donatelo, bajo invernadero ,conociendo las nociones básicas y necesarias para entender la

importancia del manejo de los dos factores ambientales y su control climático interno, donde el invernadero tiene la función de proteger a las plantas de los factores ambientales, adverso al desarrollo del cultivo y recrear las condiciones más apropiadas para lograr altos rendimientos, es necesario la conjunción del dióxido del carbono y la temperatura dentro de límites mínimos y máximos, fuera de los cuales la planta cesa su metabolismo, desarrollo y crecimiento y en casos extremos puede llegar a matar la planta.

III. INTRODUCCIÓN.

La temperatura de germinación de semilla es de 20-30 °C con buena humedad; de 22-23 °C la temperatura es ideal para el desarrollo vegetativo; las temperaturas diurnas de 25-30 °C y nocturnas de 8.-16 °C propician una buena floración y fructificación. Temperaturas mayores de 35 °C afectan a los procesos fisiológicos, periodos prolongados de menos de 10 °C reducen significativamente la producción y las plantas de tomate son muy sensibles a heladas (Gil *et al.* 2010).

El dióxido de carbono, CO₂ también conocido como anhídrido carbónico, es un elemento de gran importancia para el cultivo de tomate puesto que interviene en la fotosíntesis, proceso en el cual las plantas liberan oxígeno y asimilan carbono para alimentar a todas las células de la planta, formar las estructuras morfológicas y usarse en la elaboración de diferentes productos de reserva que se almacenan en frutos, semillas, raíces, tallos, hojas, y otras estructuras de los vegetales (Sánchez 2003 citado por Gil).

Por tal motivo se midió el dióxido de carbono CO₂ y la temperatura dentro del invernadero.

Esta investigación se aboca a la captura de datos de la temperatura y el CO₂ en el invernadero tipo túnel, el cual nuestra prioridad fue el cultivo de tomate rojo (*Lycopersicom esculentum Mill*).

El tomate es la principal hortaliza de exportación en México. Su participación en la balanza agropecuaria es fundamental en la generación de divisas, ocupando el 16 % del valor total de las exportaciones agropecuarias.

El tomate se cultiva en 27 estados y solo cinco de ellos concentran más del 60% en superficie sembrada, cosechada y en producción, destacando Sinaloa, como el principal productor, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación (Gil *et at* 2010).

I. Producción mundial.

El tomate sobresale a nivel mundial con el 42% de la producción de hortalizas. En el comercio internacional de hortalizas se concentra en 7 productos; en el cual el tomate (FIRA, citado por Gil. 2010). Los principales productores de tomate fresco son Canadá, Estados Unidos. México, Brasil, Chile, Argentina España, Italia, Holanda e Israel (INIFAP, citado por Gil, 2010).

II. Producción nacional.

Los principales productores de tomate son: Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Jalisco, y Nayarit.

En el periodo de 1991 a 1996 el rendimiento promedio nacional del tomate fue de 23.2 ton/ha; en el sistema de fertigración los rendimientos ascendieron a 150-200 ton/ha en el sistema hidropónico la productividad puede incrementar de 300 a 400 ton/ha (INIFAP 2003, citado por Gil 2010).

El cultivo de tomate es el cultivo primordialmente de riego, pues abarca el 85.63% del total de la superficie sembrada. En la producción temporalera de esta especie destaca el estado de Morelos que dedica más del 85% de su superficie cultivada a esta hortaliza. El ciclo Otoño-Invierno ocupa el 57.58% de la producción nacional de tomate según promedios en los años 1989-1993 y 42.42% del ciclo Primavera-Verano (Gil *et al* 2010).

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), miembro de la familia de las solanáceas es una planta nativa de América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Gil *et al* 2010).

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, hecho ampliamente aceptado en el mundo científico, ya que la utilización de forma domesticada en nuestro país, tienen bastante antigüedad, y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento para las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México, antes de la llegada de los españoles (Gallegos et al 1980).

La agricultura protegida son los invernaderos estructura cuya finalidad es proteger a las plantas de las adversidades ambientales y recrear condiciones micro climáticas internas optimas para el desarrollo del cultivo de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill).

IV. ANTECEDENTES.

4.1. La Temperatura.

4.1.1. Definición:

Es el factor más importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Hewitt, 1995 citado por Gil 2010).

La temperatura es la expresión cuantitativa que indica la intensidad o cantidad calor que tiene un cuerpo, por lo tanto la temperatura es la medida del calor.

El calor es una forma de energía resultado del estado de agitación de las moléculas o partículas de la materia. Como energía, la luz que llega al interior de los invernaderos se transforma en calor aumentando la temperatura por arriba de la que existe en el exterior dando condiciones micro climáticas particulares en cada invernadero (Gil *et al*, 2010).

A temperaturas mayores de 10°C inicia la absorción de nutrientes, llegando a un óptimo cuando tienen un rango de 20-30°C.

Durante el invierno en zonas donde caen heladas, las bajas temperaturas propician la deficiencia de elementos nutritivos causando en la planta lento desarrollo y disminución en su rendimiento (Gil *et al*, 2010).

4.1. 2. La temperatura y la Planta.

La temperatura ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y el metabolismo de la planta, no hay tejido o proceso fisiológico que no esté influenciado por ella. La mayoría de las plantas solo pueden vivir dentro de un rango de temperatura bastante estrecha, que va de 0 a 50 °C. Sin embargo, el desarrollo y crecimiento de la mayoría de los cultivos agrícolas ocurre dentro de un rango de temperaturas óptimas, que oscilan entre los 10 y los 35 °C. (Alpi y Tognoni, 1991 citado por Gil 2010).

Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Cuando se relaciona la temperatura con el desarrollo vegetal interesa conocer las temperaturas cardinales o extremas que puede soportar un cultivo; la temperatura óptima en la cual la planta presenta su mejor desarrollo, las temperaturas mínimas por debajo de las cuales las plantas detienen su crecimiento y la temperatura máxima, en la cual se detiene el crecimiento por degradación de las proteínas de los tejidos vegetales (Gil *et al*, 2010).

4.1.3. Conceptos de temperatura de uso frecuente.

Temperatura mínima letal: Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta.

Temperaturas máximas y mínimas biológicas: Indica valores, por encima o por de bajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.

Temperaturas nocturnas y diurnas; Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta (Infoagro citado por Gil 2010).

4.1.4. La temperatura dentro de los invernaderos.

Toda la radiación infrarroja o térmica actúa sobre las plantas en sentido morfológico y fisiológico pero lo más importante de su acción es el efecto térmico o de aumento de la temperatura, puesto que cuanto un cuerpo absorbe calor experimenta un calentamiento. En el caso de los organismos vivos, al aumentar la temperatura del medio que los rodea, aumenta sus funciones metabólicas acelerando su desarrollo y crecimiento (Alpi y Tognoni, 1999 citado por Gil 2010).

Durante el día la temperatura de las hojas de las plantas, como consecuencia de la absorción de la energía radiante del sol, puede ser unos grados más

elevada que la del ambiente, situación que provoca mayor consumo de agua para enfriar las células y como consecuencia se presenta una mayor transpiración (Gil *et al* 2010).

Sin embargo, siempre se conserva la primera ley de la termodinámica, que indica que los gases calientes son más ligeros y tienden a elevarse por arriba de los gases de menores temperaturas. (Alpi y Tognoni, 1999, citado por Gil 2010).

4.2. El Dióxido de Carbono, CO₂.

4.2.1. Definición.

El dióxido de carbono, CO₂ también conocido como anhídrido carbónico, es un elemento de gran importancia para las plantas puesto que interviene en la fotosíntesis, proceso en el cual las plantas liberan oxígeno y asimilan carbono para alimentar a todas las células de la planta, formar las estructuras morfológicas y usarse en la elaboración de diferentes productos de reserva que se almacenan en frutos, semillas, raíces, tallos, hojas.

Estos órganos de reserva y almacenamiento son los que interesan en la producción. Algunos autores indican que el 45% del peso de las plantas es carbono, que toman de la atmósfera (Sánchez, 2003 citado por Gil 2010).

4.2.2. El CO₂ dentro de los invernaderos.

Bernal y Col. (1987) y Alpi y Tognoni, (1991) citado por Gil 2010, señalan que el CO₂ dentro de un invernadero durante un día varía entre 200 y 500 ppm, con un valor promedio de 300 partes por millón. Valores que en general se consideran deficitarios para la mayoría de las plantas y constituye un freno para su desarrollo.

Investigaciones realizadas en diversos lugares consideran que la mayoría de las plantas tienen su óptimo de fotosíntesis entre 600 y 900 ppm de CO₂ en el ambiente.

La concentración del CO₂ dentro de los invernaderos varía mucho, sobre todo si estos permanecen cerrados mucho tiempo.

Cuando se nubla o disminuye la cantidad de luz, los niveles de CO₂ se recuperan y aumenta gradualmente su concentración, hasta alcanzar los niveles más altos un poco antes que salga el sol para repetir nuevamente el ciclo (Gil *et al* 2010).

Si el invernadero permanece cerrado o la circulación del aire se dificulta dentro del mismo, situación que ocurre con cultivos densos y altos, la concentración del CO₂ disminuye debido a que es utilizado por las plantas y no es renovable desde el exterior (Gil *et al* 2010).

Por lo tanto, el CO₂ se convierte en un factor limitante para el desarrollo normal de las plantas y se hace necesario aportarlo como otro fertilizante más.

Los niveles del CO₂ se pueden aumentar mediante aportes artificiales que pueden elevar su concentración de los niveles normales de 200 a 300 a niveles de 1000 a 2000 ppm. Concentraciones superiores a las 3000 ppm pueden resultar tóxicas para los cultivos. Existen referencias que la mayoría de las plantas cultivadas necesitan un óptimo entre 600 y 1000 ppm de CO₂ atmosférico,

Entre los factores limitantes al normal desarrollo de los cultivos en los meses de invierno, no solo hay que tener en cuenta la temperatura y luz sino la concentración de CO₂ (Valera *et al* 2003),

4.2.3. Aporte del CO₂ al invernadero.

El CO₂ puede aportarse cuando sea necesario en forma de gas carbónico o mediante la quema de materiales de cuya combustión se desprenda. Sin embargo la principal forma y la más barata de abastecer de CO₂ a los invernaderos, es mediante una buena ventilación que posibilite una buena circulación del aire entre los cultivos, de allí la importancia del diseño de los invernaderos y su correcta ubicación. (Alpi, A: y Tognoni, F: 1991, citado por Gil 2010).

4.3. El cultivo del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill).

El tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo por su consumo en fresco y como fuente de materia prima para la industria de néctares, salsas, purés y jugos, debido a su gran valor nutritivo por contener cantidades considerables de vitaminas A y C (Soria *et al*, 1996).

El tomate es la principal hortaliza de exportación de México. (Gil *et at* 2010).

El tomate es originario del nuevo mundo, debido a que todas las especies silvestres relacionadas con el tomate son nativas de la región andina (Soria *et al*, 1996).

4.3.1. Requisitos climáticos.

El tomate se produce muy bien en regiones áridas y semiáridas con riego, no tolera heladas; su temperatura óptima para su desarrollo es de 21 a 24 °C, cuando la temperatura media pasa de 27 °C las plantas no prosperan adecuadamente. Altas temperaturas y vientos secos dañan las flores y entonces el fruto no cuaja bien. La temperatura óptima durante el día es de 22 °C y de 16 °C durante la noche, el tiempo aproximado de la siembra de la

semilla a la emergencia de la plántula varía entre seis y doce días (Soria *et al*, 1996).

4.3.2. Planta.

Planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta (Jaramillo *et al* 2007).

4.3.3. Sistema radicular.

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias (Jaramillo *et al* 2007).

4.3.4. Tallo principal.

Eje con un grosor que oscila entre 24 cm, en su base sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias (Jaramillo *et al* 2007).

4.3.5. Hoja.

Es perfecta regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de 135° con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (Jaramillo *et al* 2007).

4.3.6. Fruto.

Es una baya que presenta diferentes tamaños, formas, color, consistencia y composición, según el cultivo que se trate, los frutos están divididos en lóculos, en los lóculos se forman las semillas. La maduración del fruto puede ser uniforme (Jaramillo *et al* 2007).

4.3.7. Origen.

Acerca del origen del tomate se tiene la seguridad de tres aspectos; primero el tomate cultivado se originó en el nuevo mundo, ya que todas las especies silvestres relacionadas con el tomate son nativas de la región andina que hoy

comparten Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú; segundo el tomate alcanzó un avanzado estado de domesticación antes de ser conocido en Europa, ya que grabados pertenecientes a los herbarios más antiguos revelan que los primeros tipos cultivados en Europa tenían frutos grandes (en todas las especies silvestres el fruto es pequeño); y tercero, el antecesor más directo del tomate (*L. esculentum*) variedad cerasiforme está ampliamente distribuido en toda la América tropical y subtropical y a lo largo de los trópicos del viejo mundo (Soria *et al*, 1996).

4.3.8. Clasificación taxonómica.

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Fanerógama
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledónea
Súper orden:	Sympètala
Orden:	Tobiflorales
Familia:	Solanácea
Género:	Lycopersicon
Especie	esculentum Mill.

4.3.9. El pH del agua.

El pH es la calidad del agua y características del fertilizante, el pH es necesario para evitar que se precipiten los nutrientes en forma de sales insolubles que obstruyen el sistema de goteo, el pH al final del gotero debe de ser de 5.00. Esto se logra acidificando el agua con ácido fosfórico, sulfúrico o nítrico (Gil *et at* 2010).

4.4.10 .La conductividad eléctrica de agua.

La conductividad eléctrica (CE) indica la concentración de sales solubles las cuales producen presiones osmóticas elevadas en la disolución de soluciones nutritivas. Que está en contacto con el sistema radicular de la planta. A ciertos niveles se limita el rendimiento del cultivo. (Gil *et at* 2007).

V. METODOLOGÍA.

5.1. Ubicación y descripción específica del sitio del proyecto.

El presente proyecto se llevó a cabo en las Instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya ubicado en el km 21.5 de la carretera Chetumal-Escárcega en el ejido de Juan Sarabia municipio de Othon P. Blanco Q.ROO. El cual se localiza en las coordenadas geográficas 18° 30" latitud 88° 21" longitud oeste, con un clima predominante cálido sub húmedo con temperaturas que oscilan entre 22 °C mínimo y 39 °C como máximo. Se realizo en el invernadero tipo túnel que se encuentra en las instalaciones del plantel.



Figura 1. Ubicación del proyecto.

5.2. Estación meteorológica.

Mediante el uso de una estación meteorológica (watch dog) se realizó la medición de la Temperatura y el CO₂ durante el periodo de noviembre a diciembre del presente año. En el cultivo de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum Mill*), Bajo sistema de invernadero.

Para llevar a cabo esta medición se instaló y se configuró, una estación meteorológica el día 24 de septiembre del año en curso dentro del invernadero, lo cual con este aparato se midió la Temperatura y el CO₂ dentro del invernadero que emitía durante las 24 horas, los periodos de lectura fueron con intervalos de 10 minutos y mediante un programa computarizado (spectrum) se interpretó. Cada 30 días se instaló una computadora para bajar la información ver (figura 2).



Figura 2. Estación Meteorológica.

Al finalizar la residencia profesional se obtuvo información de Temperatura y CO₂ en un invernadero, con datos reales y captados en la zona y podrán ser útiles en el municipio de Othón P. Blanco y para el resto del estado.

Además de poder utilizarse en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), podrá practicarse con otros cultivos alternos. Con la participación del asesor interno y externo este trabajo de residencia alcanzará el nivel de artículo y se podrá publicar como artículo científico con elaboración propia y participación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

5.3. Análisis de suelo.

El suelo utilizado para el cultivo de tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill), de la variedad híbrido Donatelo fue el Yaax-hoom de la clasificación maya.

Resultado del análisis físico del suelo, se obtuvieron los siguientes porcentajes.

PH 7.92

CE 4.05

Se realizó el análisis del suelo lo cual se procedió a la pulverización del suelo, obteniendo tres tipos de partículas del suelo fino, grueso y rocas, como se puede observar en la (Figura 3).



Figura 3. Pulverización del suelo.

5.4. Infraestructura.

El invernadero es de tipo túnel con medidas de 20 x 8 m y una altura 4 m, esta infraestructura está construida con tubos galvanizados de 3" y techo de cubierta de plástico especial para invernadero ver (Figura 4).



Figura 4. Invernadero tipo túnel.

5.5. Instalación del sistema de riego.

Para llevar a cabo los riegos programados, a finales de agosto se inició con la instalación del un sistema de riego de goteo, utilizando un rotoplas de 1000 litros, una bomba de ½" H.P; tubo PVC y manguera de riego de ½" se adaptó a goteros compensadores de 4 l/h. Cabe mencionar que el riego se hizo de forma automática mediante el uso de un taimer eléctrico. En las (Figuras 5, 6, 7 y 8) se aprecia la instalación del sistema de riego.



Figura 5. Bomba y Rotoplas.



Figura 6. Taimer.



Figura 7. Tubería.



Figura 8. Instalación de goteros

5.6. Preparación de la solución nutritiva.

Una solución nutritiva es una mezcla de elementos nutritivos en solución, cuya concentración y relaciones elementales favorecen la absorción nutrimental por el cultivo (Soria *et al*, 1996).

El rotoplas se lavó perfectamente con agua, jabón y cloro, se llenó y se acidifica con ácido sulfúrico. Se agita el agua con una madera, se checa el pH y la conductividad eléctrica, ver (Figura 9).

Los fertilizantes se pesan y se disuelven en el orden, del soluble al más soluble (Figura 10) con la ayuda de una probeta se agrega la solución al rotoplas. Por último se agita la solución y se procede por arrancar la bomba

Cuadro1. Solución nutritiva en tomate rojo (*Lycopersicom esculentum Mill*)
variedad híbrido Donatelo

Estado fisiológico	NP ₂ O ₅ K ₂ O	Días N	Relación		Kg/ha/día		
			P ₂ O ₅	K ₂ O			
Trasplante a floración	25	1	1	1	1.4	1.4	1.4
Floración a cuajado	20	1	0.3	1.5	2.1	1	3.1
Cuajado a maduración	25	1	0.3	1.5	2.8	0.6	5.6
Maduración a cosecha	35	1	0.2	1.5	3.2	0.6	7.2



Figura 9. Peachimetro.



Figura 10. Peso de fertilizante.

Una vez preparada La solución nutritiva se depositó en el rotoplas de 1000 lt. Y se realizaron 10 riegos con rangos de 1 hora, con duración de 1 minuto por riego de forma automática. La solución ofrecida es de 140 ml de solución por planta esto debido a que cada planta tiene 2 piqueras, (Figura 11)



Figura 11. Piqueras del riego.

5.7. Labores Culturales a desarrollar.

5.7.1. Siembra y plantación.

En las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya el día 27 de agosto del año en curso, se realizó la siembra de la semilla (hibrido -Donatelo) en charolas germinadoras de 200 cavidades para su germinación como se ve en la (Figura 12) procediendo al llenado con un sustrato (germinasa) como se puede observar en la (Figura 13), se depositó una semilla de tomate mejorado hibrido Dónatelo, (*Lycopersicon esculentum Mill*) en cada cavidad de la charola de unicel (Figura 14), al momento de terminar con la siembra y se tapo la charola con la germinaza seca como se aprecia en la(Figura 15) se aplicó un germinador denominado agro mil CH en una concentración de 1 ml/Lt de agua. El día 31 de agosto dio inicio la germinación de la semilla del tomate mejorado. El día 4 de septiembre se regaron las plántulas con una dosis de 2 grms /lts de MAP.



Figura 12. Charolas germinadoras.



Figura 13. Llenado de charolas.



Figura 14. Siembra de semilla.



Figura 15. Tapado de la charola.

5.7.2. Marco de plantación.

El marco de plantación fué de 2 hileras para el cultivo de tomate rojo con una longitud de 15 mts. En cada hilera se trasplantaron 38 plantas, con una distancia entre planta de 0.40 m. en ambas hileras se trasplantaron 76 plantas. Y la densidad de siembra utilizada fué de 2.5 plantas por m. lineal. (Figura 16) se ve la medición de distancia de plantación. Una vez medida las distancias de plantas se inició el trasplante tal como se ve en la (Figura 17.)



Figura 16. Medición entre plantas.



Figura 17. Transplante del tomate.

5.7.3 Cosecha.

La cosecha da inicio a los 70 a 90 días después del transplante cuando el tomate alcanzo el calibre deseado según la variedad utilizada en este caso hibrido dónatelo y empieza el fruto a rayarse y/o tener un cambio en su coloración, (Nuño 2007).

El primer día de la cosecha fue el 25 de noviembre del año en curso, la segunda cosecha fue el día 28 de noviembre, el tercer corte fue el día 2 de diciembre y el cuarto corte fue el día 9 de diciembre mejorada.

5.7.4. Variedades.

El primer paso para cultivar cualquier plantación es elegir la mejor variedad. El cultivar una variedad que no es la mejor, o el usar semillas que no son de la mejor calidad, reducen su potencial de éxito. Es inteligente comenzar con el mejor potencial en vez de limitarse usando semillas de inferior calidad, inclusive si le ahorra algunos dólares.

Las semillas de tomate híbridos son caras, cuesta actualmente entre 10 a 30 centavos por semilla, dependiendo de la variedad y la cantidad que usted compra.

El costo refleja el laborioso proceso de polinización mano requerido para producir semillas de híbridos

Existen en el mercado miles de variedades de tomates disponibles, pero solo algunos son aceptables para la producción en invernadero, (Richard, 1914)

La variedad de tomate rojo fue de semillas (híbrido Donatelo) mejoradas la cual se utilizó en este trabajo, con una maduración tardía, la cual se adapta a la península de Yucatán, la semilla del híbrido donatelo fue traída del estado de Querétaro, su costo de cada semilla fue de \$ 1.80 esta variedad fue adaptada muy bien para invernadero.

5.7.5 Riego.

Existen diversos sistemas de riego (gravedad, aspersion, y goteo) y su uso depende de la disponibilidad de recursos, pendiente del terreno, textura de suelo, abastecimiento y calidad de agua. Con cualquiera de los sistemas seleccionados, se debe evitar someter el cultivo a deficiencias o excesos de agua. Es importante la buena distribución del riego durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos.

El consumo diario de agua por planta adulta de tomate es de aproximadamente 1.5 a 2 lt/día, la cual varía dependiendo de la zona, las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tiempo de suelo que se tenga, (Corpeño 2004).

El sistema de riego que se utilizó fue el de goteo, se programaron 10 riegos diarios con una duración de 1 minuto por riego, con rango de una hora. Seis días por semana se regó con solución nutritiva y un día solo con agua, el pH del agua era de 7.80, y se tuvo que disminuir el pH a 5.50 (Rangos pH en el agua es de 5 a 6 para el cultivo de tomate rojo) y la conductividad eléctrica del agua era de 4 y se tuvo que bajar a un rango de 3 a 3.5. Para que se pudiera utilizar el agua en el sistema de riego se tuvo que aplicar ácido sulfúrico ya que el contenido de sales en el agua es alto y hubo la necesidad de neutralizarla para la aplicación de la solución nutritiva. La solución ofrecida es de 140 ml de solución por planta esto debido a que cada planta tiene 2 piqueras.

5.7.6. Tutorado.

El tutorado permite un crecimiento vertical de las plantas y facilita las labores del cultivo. (Jaramillo *et al* 2006).

Esta actividad es de suma importancia ya que con ello se mantuvo la planta eréctil, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.).

Repercutiendo en la producción final y en calidad del fruto así como también en el control de las enfermedades.

La sujeción fue realizada con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado o anudado) y de otro a un alambre galvanizado situado a determinada altura por encima de la planta, de manera que no se incruste en el tallo de la planta ver (Figura 18).



Figura 18. Tutores del cultivo.

5.7.7. Aporque.

Es la práctica que se realiza después de la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces y proporcionar un mayor anclaje a la planta; consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo. Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante; también se realiza para controlar malezas y para incorporar fertilizantes. Se debe realizar

con precaución, con el objeto de no causar daño a las raíces de las plantas y ser focos de enfermedades, (Jaramillo *et al* 2006).

Esta actividad se realizó 5 veces, durante el ciclo productivo, con esto se fortalece la consistencia de las raíces y mejora la fuerza de sostenimiento de los tallo, la actividad fue después de 6 días de haberse trasplantado ver. (Figura 19)



Figura 19. Aporque del tomate rojo.

5.7.8. Poda.

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta como tallos, chupones, hojas, y frutos con el fin de permitir mejores condiciones, para aquellas partes que quedan en la planta y que tienen que ver con la producción, y a la vez eliminar aquellas partes de la planta que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden

consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad, (Jaramillo *et al* 2006)

La poda del cultivo se realizó en la primera floración debida al rápido crecimiento de la planta, con la eliminación de brotes secundarios y frutos hasta una altura de 25 a 60 cm, de acuerdo a la planta el promedio de altura fue de 2 m.

5.7.9. Destallado

Se despuntaron o eliminaron brotes laterales por encima de la segunda hoja en varias ocasiones, realizando esta actividad se aumentó la floración de las plantas de tomate rojo (*Lycopersicom esculentum Mill*).

5.7.10. Deshojado

Se suprimieron las primeras hojas, amarillas o enfermas. Esta actividad se realizó mediante el apoyo de un cúter, antes de hacer esta actividad se desinfectaba el cúter con el apoyo de cloro al 10%.

5.7.11. Aclareo de frutos.

En los racimos donde existía más de 6 frutos, fueron eliminados, al igual que aquellos que aparecieron agrupados en las axilas de las hojas, dejando un solo fruto por axila. Esta actividad sirvió para que los frutos que se fueron dejando sean las mejores y su desarrollo sea el óptimo.

VI. RESULTADOS.

Con la ayuda de una estación meteorológica instalada en el invernadero tipo túnel, marca watch Dog- serie 2000 se obtuvo información de la temperatura y el CO₂ durante los meses de Noviembre a Diciembre del año 2013 (Figura 20).



Figura 20. Captura de datos.

En los cuadros siguientes se puede apreciar los resultados que se obtuvieron de la información de la temperatura y el CO₂ durante los meses de noviembre a diciembre del año 2013. En el invernadero tipo túnel. El tipo de suelo que se utilizó es vertisol y en la clasificación Maya Yaax-hoom.

Cuadro 2 .Comportamiento de la Temperatura nov-dic 2013
Unidad de Medición °C

Estadística	Noviembre	Diciembre
Promedio	27.12	26.38
Mínimo	17.00	19.00
Máximo	36.00	34.00
Varianza	30.80	24.14

La temperatura capturada con la estación meteorológica en el mes de noviembre a diciembre fue poco elevado alcanzando hasta los 36 °C y un mínimo de 17 °C, esto debido a una baja precipitación pluvial durante estos meses. Las mínimas y máximas temperaturas favorecen al desarrollo de la planta. Ver (Figura 21).

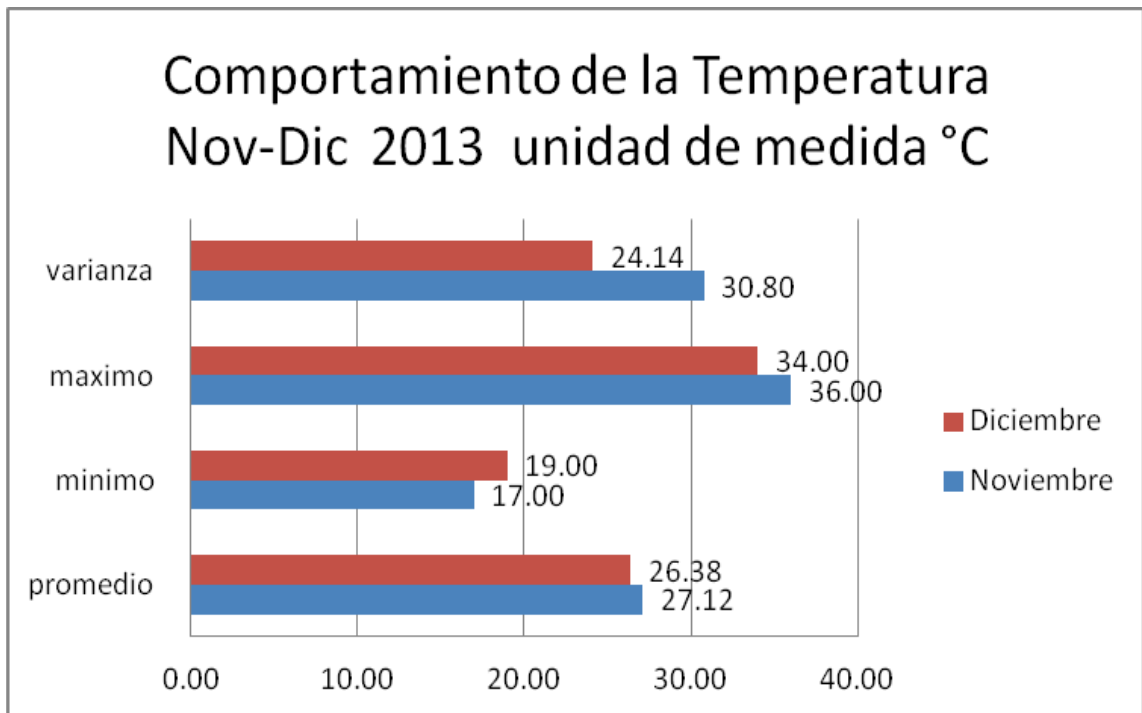


Figura 21. Gráfica del comportamiento de la temperatura.

Datos de la altura.

Se realizaron las mediciones de altura de las plantas desde los 15 días después de haberse trasplantado la planta concluyendo la segunda semana de diciembre del año 2013. Se utilizó un flexómetro de 5 metros, una libreta y un lápiz.

Se analizaron los datos estadísticos reflejando un crecimiento esperado alcanzando como mínimo un 0.16 cm y el máximo un 2.07 cm, obteniendo un promedio mayor de 2 metros de altura. Véase (cuadro 3).

Cuadro 3. Altura de planta.

Estadística	Altura cm
Mínimo	0.16
Máximo	2.07
Promedio	1.77
Varianza	0.14

Al igual que la altura se midió el grosor del tallo de la planta, las cuales ambas actividades fueron practicadas en común se realizó con el apoyo de un vernier, la cual se midieron los tallos de la parte de abajo, medio alto, calculando el promedio del grosor para obtener los datos estadísticos véase (cuadro 4) promedio considerable al desarrollo del tallo.

Cuadro. 4 Tallo de la planta

Estadística	Grosor mm
Mínimo	4
Máximo	12.67
Promedio	10.44
Varianza	3.04

En el cuadro siguiente se puede apreciar los resultados de la cosecha obtenida del mes de Noviembre a Diciembre, se calculó el promedio del tomate cosechado para obtener los datos estadísticos véase (cuadro 6).

La producción fue exactamente de kilo a dos kilos por corte, obteniendo en el primer corte 1.463 kg de tomate rojo (*Lycopersicom esculentum Mill*) en el segundo corte fué de 1.382 kg de, tomate, el tercer corte fué de 1.454 kg de tomate, y el cuarto corte fué de 1.464 kg de tomate, obteniendo un resultado total de 5 kilos 763 gramos de tomate rojo, la variedad fue semilla mejorada, (hibrido Donatelo), ver cuadro 5.

Cuadro 5. Pesos del tomate.

Estadística	Peso kg.
Mínimo	1.38
Máximo	1.46
Promedio	1.44
Varianza	0.0016

Se concluye que la solución nutritiva que utilizamos en el cultivo del tomate fue muy excelente, lo cual tuvo un buen desarrollo como es el tallo, hojas, flores, a pesar de la buena solución nutritiva las bajas temperaturas que obtuvimos en el mes de noviembre a diciembre los frutos no alcanzaron un buen desarrollo.

Otro factor que utilizamos para la polinización fueron las abejas las cuales no funcionó y por medio de la aplicación de polinizadores, las cuales ninguna de las dos fue de gran ayuda para las flores, eso se debe a las bajas y altas temperaturas dentro y fuera del invernadero.

VII. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados y la experiencia obtenida en el invernadero, se concluyo que se pudo adquirir nuevos conocimientos y puesto en práctica en cuanto manejo de la producción.

Puedo concluir que en nuestro estado hacen falta más trabajos de captura de datos mediante la estación meteorológica para tener mejores resultados, dependiendo del tipo del lugar, región y tipo de cultivo.

Con relación a los resultados obtenidos en la captura de datos de la temperatura, el CO₂ y el análisis de varianza, promedio, máximo, y mínimo se concluye que la temperatura es de gran importancia para el desarrollo del cultivo y que para los meses de noviembre a diciembre la temperatura tiende a bajar, debido a que es una temporada de bajas temperaturas debido al fenómeno atmosférico alcanzando como mínimo una temperatura de 17 °C, y un máximo de 36 °C y obteniendo una varianza en el mes de noviembre de 30.80 y el mes de diciembre de 24.14 lo cual nos dice que las temperaturas más bajas fueron en el mes de diciembre, en lo que se refiere al CO₂ estos meses son más favorables para el cultivo de tomate.

El tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la semilla mejorada (hibrido Donatelo) mantuvo un buen desarrollo de crecimiento bajo las condiciones protegidas bajo invernadero.

Concluyo que los meses de noviembre son más altos en temperaturas que el mes de diciembre lo que dificulta la polinización de las flores y disminuye el crecimiento adecuado de los frutos, ya que se forman pero no son fecundadas. Los frutos de este tipo al no contar con una fecundación no produce semilla y la maduración se realiza en periodos cortos y con tamaños pequeños.

Se practicó la polinización mediante el uso de abejas africanizadas dentro del invernadero la cual no fue eficaz debido que el olor de las flores no las atrae. La flor del tomate rojo no son melíferas, solamente son políferas. Cabe hacer mención que el estudio se realizó en invernadero tipo túnel.

Finalmente se concluye que el cultivo de tomate debe ser de una variedad adaptada a invernadero, y que el invernadero tenga las especificaciones necesarias para cada cultivo, características: Con una altura óptima de 7 a 8 metros. Ya que es un cultivo que tiene un crecimiento acelerado y podría alcanzar los 4 o 5 metros de altura.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Corpeño B, 2004 “manual del cultivo de tomate “centro de inversión, desarrollo y exportación de Agro negocios.

Gil I.; Bastida A.; Reyes D.; Flores G.; Miranda I.; Morales J.; Ramírez A.; Hernández J.; y Navarro E. 2010. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero.

INIFAP. Castellano J.Z., Muños R .J.J. 2003. Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero.

Jaramillo J, Rodríguez V, Guzmán M, zapata M, 2006.” El cultivo de tomate bajo invernadero” boletín técnico 21, CORPOICA. Centro de investigación la selva Rio negro, Antioquia, Colombia.

Jaramillo J.; Rodríguez V.; Guzmán M.; Zapata M. y Rengifo T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas.

León Gallegos, Héctor M, 1980. "El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán". CIAPAN, INIA. PAG 183.

Nuño R, 2007 "manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja California".

Richard G. Snyder, 1914" Guía del cultivo del tomate en invernaderos".

Soria M J, 1996. Tecnología para la producción de hortalizas a cielo abierto en la península de Yucatán.

Valera D.; Molina F.; Pérez J.; López J.; Martínez J.; Reca J.; Salinas J.; Pérez J.; Navarro J.; Gómez M.; Plaza F.; Morón S.; Gil J.; Peña A.; Madueño A.; Urrestarazu M.; Salas M.; Hernández J.; Moreno J.; Ruiz J.; Álvarez A.; Castilla F.; y Soriano T. 2003. Control climático en invernaderos.

<http://www.infoagro.com> Fecha de acceso 9 de diciembre de 2013.