

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

**EFFECTO DEL DISEÑO DE LA VENTANA CENITAL DEL INVERNADERO EN EL
RENDIMIENTO DE TOMATE TIPO CHERRY; NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA**

TESIS DE GRADO

SAÚL ALBERTO RUANO HERNÁNDEZ

CARNET 21071-06

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DEL DISEÑO DE LA VENTANA CENITAL DEL INVERNADERO EN EL
RENDIMIENTO DE TOMATE TIPO CHERRY; NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
SAÚL ALBERTO RUANO HERNÁNDEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. DOMINGO FILIBERTO CASTILLO MONTERROSO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. RONI OSMAN CARRILLO AGUILAR
LIC. CRISTIAN ROBERTO RETANA PEÑATE
LIC. WILLIAN JOSE CAMEY VELA

Guatemala 23 de Septiembre de 2015

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Saúl Alberto Ruano Hernández, carné 21071-06, titulada: "Efecto del diseño de la ventana cenital del invernadero en el rendimiento de tomate tipo cherry; Nueva Santa Rosa, Santa Rosa

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

Ing. Agr. Domingo Filiberto Castillo Monterroso
Asesor. Colegiado 1577



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06345-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante SAÚL ALBERTO RUANO HERNÁNDEZ, Carnet 21071-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 0691-2015 de fecha 9 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DEL DISEÑO DE LA VENTANA CENITAL DEL INVERNADERO EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE TIPO CHERRY; NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA

Previo a conferirsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 21 días del mes de septiembre del año 2015.


ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme, estando conmigo siempre, ya que sin él nada hubiese sido posible, abriendo puertas y respaldándome en todo momento.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Agr. Domingo Filiberto Castillo Monterroso, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Agr. Joaquín Melgar Gerente General del Centro de Capacitación, Innovación y Producción, Popoyan-Priva S. A. por haberme permitido llevar a cabo dicha investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por ser mi principal fuente de sabiduría, dador de la vida, dándome la fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida, bendiciéndome en todo momento, concediéndome los deseos de mi corazón.

Mis padres: Saúl Ruano Hurtado y Ruth Noemí Hernández de Ruano, a quienes amo mucho, por su apoyo incondicional, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir, por mi formación académica de toda una vida.

Mi Esposa: Sahedi Berkeley Méndez de Ruano a quien Amo mucho, por ser la razón de mi vida, mi alegría y la motivación a cumplir esta meta, estando conmigo en este proceso de inicio a fin, compartiendo juntos a cada momento.

Mi Hija: Ester Anahí Ruano Méndez, por ser parte de este gran esfuerzo y ser parte de mi vida.

Mis Hermanos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi vida y compartir este logro académico.

INDICE

Resumen	i
Summary	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÒRICO	3
2.1 MARCO CONCEPTUAL	3
2.1.1 Generalidades del cultivo	3
2.1.2 Evolución de los Invernaderos	4
2.1.3 Estructuras de invernadero	5
2.1.4 Importancia de la ventilación	8
2.1.5 Estructuras de Ventilación	10
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	17
IV. OBJETIVOS	19
4.1 OBJETIVO GENERAL	19
4.2 ESPECIFICOS	19
V. HIPÓTESIS	20
VI. METODOLOGÍA	21
6.1 Localización del trabajo	21
6.2 Clima	22
6.3 Descripción de tratamientos	22
6.4 Modelo estadístico:	23
6.5 Unidad Experimental:	24
6.6 Manejo del experimento	24
6.6.1 Preparación del Área de Producción:	24
6.6.2 Colocado de tabique y Lámina de Drenaje:	24
6.6.3 Colocación del growbag:	24
6.6.4 Colocado de manguera:	24
6.6.5 Riego pre-siembra:	25
6.6.6 Trasplante de tomate:	25
6.6.7 Fertirrigación:	25
6.6.8 Control fitosanitario:	25
6.6.9 Cosecha:	25
6.6.10 Toma de datos:	25

6.7 Variables respuesta	26
6.8 Análisis de la Información	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1 Temperatura ° C	27
7.2 Humedad Relativa %	30
7.3 Rendimiento kg/m ²	33
VIII. ANALISIS ECONÓMICO	36
IX. CONCLUSIONES	38
X. RECOMENDACIONES	39
XI. BIBLIOGRAFIA	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de la varianza para la variable temperatura dentro del invernadero..	31
Cuadro 2. Prueba de medias para tratamientos.....	32
Cuadro 3. Análisis de la Varianza para la variable humedad relativa.....	34
Cuadro 4. Prueba de medias para la variable Humedad Relativa.....	35
Cuadro 5. Análisis de la Varianza para la variable rendimiento en kg/m2.....	37
Cuadro 6. Prueba de medias para la variable rendimiento en kg/m2.....	38
Cuadro 7. Análisis comparativo de los costos de producción para ambos sistemas de ventilación cenital.....	40
Cuadro 8. Análisis de Rentabilidad y Beneficio/Costo para ambos sistemas de ventilación Cenital.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Invernadero con ventana cenital	15
Figura 2. Invernadero con ventana de cumbrera.....	15
Figura 3. Localización del lugar de investigación. Fuente: Google Earth.....	25
Figura 4. T0, Invernadero con ventana cenital fija	27
Figura 5. T1, Invernadero con ventana cenital tipo mariposa.....	27
Gráfico 1. Evolución de la incorporación de ventanas a los invernaderos.....	17
Gráfica 2. Variable temperatura ° C.....	33
Gráfica 3. Humedad Relativa %.....	36
Gráfica 4. Rendimiento Kg/m ²	39

EFFECTO DEL DISEÑO DE LA VENTANA CENITAL DEL INVERNADERO EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE TIPO CHERRY; NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA

Resumen

Esta investigación fue realizada en Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, tuvo como objetivo determinar el efecto de dos diseños de ventana cenital, sobre el rendimiento de tomate tipo cherry, bajo invernadero. Los tratamientos considerados fueron: dos diseños de ventana cenital, una cenital fija (T0) y otra, cenital mariposa (T1). La investigación se hizo en un invernadero con 7 ventanas cenitales fijas y el otro invernadero con 7 ventanas cenitales diseño mariposa. La toma de datos se obtuvo en las 5 ventanas (repeticiones), localizadas en la parte media, las ventanas que están a los lados, no se evaluaron por el efecto de borde. Las variables evaluadas fueron: T^0 media en grados Celsius, dentro y fuera de los invernaderos, humedad ambiental en %, dentro y fuera de los invernaderos, producción, rendimiento en kg/m^2 y costos de producción. Se concluye que, en el invernadero con ventana diseño mariposa se obtuvo la mayor temperatura 18.14°C y menor temperatura en el invernadero con ventana cenital fija, 17.34°C . En el invernadero con ventana cenital fija se obtiene 90.49 %, y menor humedad relativa 89.49 % dentro del invernadero con ventana diseño mariposa, por lo que, en el invernadero con ventana diseño mariposa se acerca a las condiciones óptimas de producción bajo condiciones controladas. En el invernadero en el cual se obtiene mayor producción, es el invernadero con ventana diseño mariposa, obteniendo $16.06 \text{ kg}/\text{m}^2$. El invernadero en el cual resulta más rentable la producción de tomate bajo condiciones controladas, es el invernadero con ventana cenital fija, obteniendo un ingreso neto Q. $338.65/\text{m}^2$, con rentabilidad de 119%.

EFFECT OF TWO ROOF WINDOWS ON THE YIELD OF CHERRY TYPE TOMATO UNDER GREENHOUSE CONDITIONS; NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA

Summary

This research was carried out in Nueva Santa Rosa, Santa Rosa and its objective was to determine the effect of two roof window designs on the yield of cherry type tomato under greenhouse conditions. The treatments included were: two roof window design, one fixed roof window (T0) and a butterfly-type window (T1). The research was carried out in a greenhouse with 7 fixed roof windows and in a greenhouse with 7 butterfly-type roof windows. The data was obtained from 5 windows (replicates) located in the middle; windows on the sides were not evaluated due to the border effect. The evaluated variables were: T^0 average in degrees Celsius, in and outside the greenhouse; environmental humidity in %, in and outside the greenhouse; production; yield in kg/m^2 ; and, production costs. It is concluded that the highest temperature (18.14°C) was obtained with the butterfly-type window, while the lowest temperature (7.34°C) was obtained with the fixed roof windows. In the greenhouse with fixed roof window, 90.49% of relative humidity is obtained, while a lower percentage, 89.49%, in the greenhouse with butterfly-type window; thus, the greenhouse with butterfly-type window is the one that most closely satisfies the optimal conditions for the production under controlled conditions. The highest production is obtained in the greenhouse with butterfly-type window, obtaining $16.06 \text{ kg}/\text{m}^2$. The most profitable greenhouse for the production of tomato under controlled conditions is that with fixed roof window, obtaining a net income of Q. $338.65/\text{m}^2$ [equivalent to US\$45.00], with a profitability of 119%.

I. INTRODUCCIÓN

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. Como lo dice su etimología In-dentro y ver primavera, que conjugado significa primavera dentro.

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mayores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego y fertilización, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en un incremento de los rendimientos y de la mejora en la calidad del producto final.

La agricultura es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones. Todas las actividades económicas que abarca la agricultura, tienen su fundamento en la explotación del suelo o de los recursos que este origina en forma natural o por la acción del hombre.

El clima terrestre es complejo. Se debe a una multiplicidad de factores en los que el Hombre no tiene influencia sustancial alguna. Esto afecta de manera directa a los diferentes tipos de clima (Daniel F. Campos A. 2005).

El invernadero, su cultivo, y su administración forman un sistema. Un modelo es una representación simplificada de estos sistemas. El conjunto de expresiones matemáticas que describen el comportamiento del invernadero constituyen lo que se llama un modelo climático.

En este trabajo se presentan dos sistemas de ventana cenital, que se basa en la regulación climática en ambiente controlado, la transferencia de masa y energía por conducción y radiación.

Se evaluaron invernaderos con dos diseños de ventana, cenitales y mariposa con cultivo de Tomate tipo cherry.

La temperatura registrada en el invernadero con ventana cenital diseño mariposa fue de 18.14 ° C, mientras que el valor de la Humedad Relativa interna fue de 90.49 % en el invernadero con ventana cenital diseño fija. En cuanto a rendimiento de Tomate, la mayor producción por área se obtuvo en el invernadero Mariposa 16.06 kg/m².

Dicha investigación se realizó en los meses de Noviembre hasta Abril, temporada comprendida de los años 2013-2014, que son los meses de época de producción.

II. MARCO TEÒRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Generalidades del cultivo

El Tomate es una planta originaria de la zona de Perú y Ecuador, desde donde se extendió al resto de América. Fue introducida en Europa en el siglo XVI como especie ornamental, y no se empezó a cultivar con fines alimenticios hasta el siglo XVIII (Bonilla, 2008).

En la actualidad, su cultivo ocupa en todo el mundo unas tres millones de hectáreas, que suponen una producción de casi 85 millones de toneladas. Los principales productores son Europa y América Central y del Sur, con producciones de 400,000 y 330,000 t, respectivamente. En América del Sur se obtienen un poco más de 150,000 t anuales, con Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la producción. En Guatemala el área productiva bajo condiciones controladas es de 100 has a nivel de país (Fasagua 2013).

Es una planta anual, posee sistema radicular pivotante que, por lo general, se modifica en el empleo de las técnicas culturales, llega a desaparecer y es sustituido por otro adventicio, más superficial.

Las hojas se disponen en forma alterna en el tallo, consta de entre siete y once foliolos y presentan el mismo tipo de olor característico del tallo. Las flores aparecen agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, que surgen de las axilas de las hojas. Posee los sépalos y los pétalos unidos y de color amarillo. Los estambres están adheridos a la corola y forman un tubo. La polinización en el Tomate es particularmente autógena.

El fruto consiste en una baya de colores variables, entre el amarillo y el rojo, y formas también diferentes, pero más o menos globosas. Suele necesitar entre 60 y 85 días para llegar desde el cuajado hasta la madurez (Bonilla, 2008).

La temperatura promedio óptima para el desarrollo del Tomate bajo invernadero es de 20 °C y el Déficit de Humedad óptimo es de 3 y 12.

2.1.2 Evolución de los Invernaderos

Los primeros pasos hacia los invernaderos fue la construcción y el uso de camas móviles con plantas. En el siglo XV, en el norte de Italia y en el sur de Alemania llegaron a ser muy comunes el uso de cabañas para la protección en invierno, existiendo unas pocas hectáreas (Baille; González 2001).

En el siglo XVII los orangeries llegaron a estar de moda en Europa (siendo el primero del siglo XVI en Inglaterra) reemplazando gradualmente a las cabañas de invierno. Como el mismo nombre sugiere la planta favorita para cultivar era el naranjo. Tenían unas amplias ventanas de cristal en lado sur para permitir la entrada de luz hacia las plantas. Para calentarlos en invierno se usaban unas pocas estufas. A partir de ahí comenzó una expansión de los invernaderos con paneles de cristal. A partir de 1737 se empezó a tener un gran interés por conservar (ahorrar) energía en los invernaderos mediante cortinas, entre otros elementos. Se comenzó a cultivar con aporte de CO₂, calor y nutrientes procedente de estiércol (Baille; González 2001).

La industrialización en el siglo XIX trajo un rápido desarrollo de la tecnología de invernaderos. A principios de este siglo la mayoría de invernaderos eran de construcción sencilla con una pendiente en cubierta de 45° siendo calentado el invernadero por la descomposición de materia orgánica o mediante estufas. En 1829 fue mencionado el doble acristalamiento como aislante térmico (Baille; González 2001).

En el siglo XX se desarrolló una amplia información sobre calefacción, riego y fertilización en invernadero. En Holanda se desarrollaron gradualmente invernaderos para un mejor uso de los cultivos, hasta que en 1937 se construyó el invernadero Venlo a base de acero y cristal, el cual podía ser utilizado para diferentes cultivos.

Es a partir de la Primera Guerra Mundial cuando aparecen los plásticos y con ellos su uso en la agricultura (materiales a base de polietileno, poliestireno o PVC). A partir de la Segunda Guerra Mundial aparecieron los plásticos rígidos como el poliésteren EEUU y Europa (Baille; González 2001).

2.1.3 Estructuras de invernadero

Las estructuras de invernadero pueden ser sencillas, tipo artesanal (hechos con materiales y conocimientos locales) o más complejas, tipo industrial (altamente mecanizados y equipados).

Von Zabeltitz C. (1999) agrupó las estructuras de invernaderos acorde a:

- a) Características constructivas: geometría, pendiente de cubierta y orientación.
- b) Material de cubierta: vidrio, plástico rígido, plástico flexible o combinaciones de ellos.
- c) Material de construcción: acero, aluminio, madera o combinaciones de ellos.

El tipo de material que conforma la estructura condiciona la geometría y la altura del invernadero ya que debe de soportar diferentes cargas (viento, nieve, peso de la estructura, peso de los equipos, etc.). Los materiales de estructura más habituales que están presentes en los invernaderos son la madera, el acero o el aluminio.

La FAO (2001) recogió una descripción de las estructuras de invernadero en distintos países:

En Portugal los invernaderos son del tipo de capilla simétrica a dos aguas hecho de madera barata (eucalipto) esta madera tiene una duración corta. El techo está hecho de barras de madera separadas 50 cm y la película pasa alternativamente por debajo y por encima de ellas.

En España la provincia de Almería es la de mayor concentración de invernaderos con más de 27.000 ha. La mayoría de las estructuras son de bajo costo. El tipo parral es sin duda una de las estructuras más frecuentes. La estructura básica está hecha de postes metálicos o de madera apoyados verticalmente en zapatas de cemento individuales y unidos unos a otros por medio de alambres de tensión que corren a lo largo de su parte superior. Los alambres de tensión también sirven como soportes de las dos redes de alambre entre las que se sitúa el filme a manera de un sandwich. La pendiente del techo es pequeña (8-12°), aunque desde hace años se están implantando invernaderos con mayores pendientes (20-25°) para aumentar la radiación y evitar que el agua de lluvia entre en el invernadero.

En países como Francia, Túnez y Marruecos el invernadero individual de forma arqueada es la estructura más popular. Este tipo de invernadero ofrece suficiente estabilidad contra el viento, pero no puede ensamblarse con otras unidades para formar un invernadero multimodular. La ventilación se hace por medio de ventanas laterales o por medio de aperturas que se logran al separar distintos trozos del plástico de cubierta

En Sicilia el invernadero más característico es del tipo de capilla a dos aguas, de techo plano con pilares rectangulares de cemento o redondos de madera. El techo es de madera y a menudo tiene una cubierta de película doble fijada a la estructura, tanto en el interior como en el exterior. La capa doble se utiliza con el objetivo de reducir las pérdidas de calor por la noche.

Uno de los países con mayor incremento de invernaderos en los últimos años es Turquía. Al comienzo del desarrollo del invernadero de plástico se usaban estructuras con marco de madera hoy es habitual el uso de estructuras con tubo de acero. Estos invernaderos son de 3 o 4 m de ancho y alrededor de 2 m de alto, tienen únicamente ventilación lateral y no usan ningún tipo de ventilación cenital o de techo.

En Israel la mayoría de sus estructuras tienen cubierta de plástico. Aparte de los modelos sencillos con forma de capilla a dos aguas, se han desarrollado un gran número de construcciones con diferentes geometrías dirigidas a mejorar la transmisividad del invernadero.

En China el cultivo de plantas se realiza en invernaderos muy parecidos a los que se utilizaban antiguamente, consistentes en una pared de ladrillos orientada E-O y en el lado SE una película transparente de plástico colocada a 30-40 ° sobre el horizonte.

Con ello durante el día el ladrillo se calienta y durante la noche cede calor. Además durante la noche el techo se cubre con una estera de juncos, la cual actúa como aislante térmico.

El paso de estructuras con poca altura (con menor carga por viento) y poco peso, hacia estructuras de mayor altura (de más de 5 m, con mayor carga de viento) con cubiertas más adecuadas para transmitir más radiación, se ha realizado gracias al uso de materiales más resistentes. Así el cambio de geometría del invernadero, de plano a circular, ha sido posible gracias a la incorporación de materiales más flexibles, en invernaderos con cubierta circular es más fácil tensar la película de plástico que sobre las superficies planas, lo que le confiere una mayor resistencia al viento (Baille; González 2001).

La diversidad en clima y disponibilidad de recursos de las diferentes regiones ha hecho que no exista una estructura universal de invernadero, teniendo éste en muchos casos un desarrollo local.

Así países con climas similares han evolucionado hacia estructuras diferentes de invernadero. Hoy día los invernaderos están presentes, mayoritariamente, en Asia (66%) y en Europa (26%), existiendo una gran diversidad en cuanto a tipología de los mismos(Díaz et al., 2001).

Las formas de techo que se utilizan más frecuentemente son: planos, techos planos simétricos a dos aguas, techos planos asimétricos, arco redondeado, arco en punta (FAO, 2001).

2.1.4 Importancia de la ventilación

En primer lugar, la ventilación afecta la temperatura. En horas de insolación se necesita hacer circular el aire dentro del invernadero de forma homogénea, para provocar intercambios suaves entre la temperatura exterior y la interior.

En segundo lugar, la mala ventilación afecta negativamente la composición del aire. La entrada de aire, es la fuente enriquecedora de CO₂. Un invernadero mal ventilado provoca déficit y una mala distribución del anhídrido carbónico.

En tercer lugar la humedad creada en meses fríos se acumula en la cubierta interior del invernadero, provocando condensación y en consecuencia el goteo sobre el cultivo.

Se habla que el invernadero debe renovar entre 15 a 30 veces por hora su aire interior.

Una ventilación natural eficaz en el invernadero debe combinar un número suficiente de cambios de aire, con el fin de evacuar el exceso de calor sensible, con una buena circulación de aire. Esto se puede lograr, por lo general, con una buena combinación de ventanas cenitales y aberturas laterales no muy distantes. Sin embargo, muchos invernaderos no tienen respiraderos laterales, y el intercambio de aire se lleva a cabo solo a través de los respiraderos del techo. El diseño del invernadero puede mejorar la circulación del aire incrementando el tamaño de los orificios de ventilación o la

pendiente de los tramos. Se ha demostrado la clara influencia de la dirección del viento sobre la tasa de ventilación en invernadero. La ventilación a barlovento, en todos los casos, es superior a la sotavento (entre un 39-51%). La conclusión obvia que se extrae de este dato es la necesidad de orientar las ventanas en la dirección de los vientos dominantes de la zona (Muñoz, P., 1998).

El sistema de ventanas intercambiables se ha mostrado mucho más eficiente que el de ventanas rectangulares continuas. La ventana intercambiable compensa el descenso de ventilación originado por la incorporación de mallas con el aumento de la superficie de ventana de forma que, finalmente, el flujo de aire y en consecuencia la tasa de ventilación es mayor (Muñoz, P., 1998).

Montero, J.I. (2009) han utilizado dos simulaciones CFD para estudiar el efecto de un deflector de dispositivos de altura situada debajo de la cresta de cada uno de los tramos de cinco arcos en invernadero tipo parral. El flujo de aire en el área cubierta es mayor, especialmente en los tramos en primer lugar, lo que reduce las diferencias de temperatura con el exterior.

En estudios realizados con la técnica del gas trazador se vio que ventanas abatibles obtienen valores más elevados de tasa de ventilación con viento de barlovento, que con viento de sotavento. Sin embargo, a barlovento se obtiene un flujo de aire más heterogéneo en el invernadero, mientras que a sotavento el flujo es más homogéneo. Y que una forma de incrementar el área de ventanas en el invernadero consiste en colocar ventanas de tipo abatible en ambas vertientes de cada capilla, es decir, ventanas tipo “mariposa”, que proporcionan un mayor número de alternativas al agricultor para gestionar la apertura y cierre de las mismas. Otra configuración habitualmente empleada por los agricultores es ir colocando una ventana cenital por cada capilla, orientándolas de forma alterna, siempre colocando a barlovento las dos ventanas de las capillas extremas, pues es esta ventana la que mayor contribución tiene al flujo entrante de aire en el invernadero (Baeza, 2009).

2.1.5 Estructuras de Ventilación

Un elemento que determina la estructura del invernadero es el sistema de ventilación. La ventilación es la herramienta más utilizada para refrigerar el invernadero. Un diseño adecuado de las ventanas, en cuanto a tamaño, forma y localización en el invernadero, incrementa el número de renovaciones de aire del invernadero pudiendo permitir unos niveles de temperatura, humedad y CO₂ adecuado para los cultivos.

Los tipos de ventanas presentes en los invernaderos son muy diversos y han seguido un desarrollo paralelo al de la estructura del invernadero. Podemos encontrar ventanas tipo artesanal, muy sencillas de apertura manual y otras tipo industrial, más complejas, automatizadas y diseñadas mediante programas de simulación de ventilación.

En los invernaderos existe una variada tipología de ventanas, tanto cenitales como laterales. La mayor parte de los mecanismos de apertura y cierre son sumamente sencillos. La automatización es escasa siendo el accionamiento de las ventanas, mayoritariamente manual (Pérez-Parra, 2004).

Ventanas manuales: La ventana plegable manual no presenta ningún tipo de mecanismo para su accionamiento. Las plegables separan las tiras de plástico, abriendo un hueco entre ellas que constituye la apertura de ventilación. La ventana enrollable manual consiste simplemente, en hacer girar un eje longitudinal a un lado u otro de la capilla que se desplaza hacia arriba y hacia abajo, enrollando o desenrollando el plástico, respectivamente. Una variante de este tipo de ventana, de reciente aparición en el mercado, es la ventana piramidal o de capilla. En realidad son dos ventanas abatibles, unidas por su parte superior, formando una capilla. Ambos lados de esta capilla se pueden enrollar (con el mismo mecanismo de las ventanas enrollables).

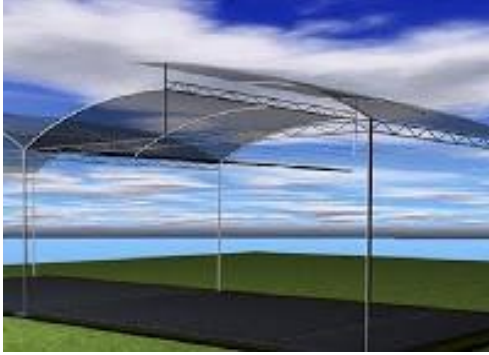


Figura1. Invernadero con ventana Cenital.



Figura 2. Invernadero con ventana de Cumbre.

Para una correcta ventilación del invernadero es muy importante que éste posea ventanas cenitales o de cumbre.

2.1.5.1 Características

- Las ventanas cenitales son aberturas generalmente en forma de ala situadas en la parte superior del invernadero.
- Puede regularse su grado de apertura según sean las necesidades de ventilación del invernadero o la velocidad del viento.
- Pueden colocarse a barlovento y sotavento y abrirlas de forma independiente según sea la dirección e intensidad del viento.

2.1.5.2 Ventajas

- Permiten una mejor ventilación del invernadero.
- En días de muy poco viento permiten el intercambio de aire con el exterior por efecto chimenea.

La ventilación natural es un proceso fundamental que influye en el clima interior del invernadero. Sin embargo y aunque los fundamentos teóricos de la ventilación natural han sido claramente establecidos, la cuantificación de la tasa de ventilación no es sencilla (Pérez-Parra, 2004).

2.1.5.3 Teoría

Las principales fuerzas que impulsan la ventilación en un invernadero equipado con ventanas laterales y cenitales son:

1. El efecto “chimenea” debido a las fuerzas termales de flotación que provocan una distribución vertical de presiones entre las ventanas laterales y cenitales.
2. El efecto estático del viento debido principalmente al componente de velocidad, la cual provoca una distribución espacial de presiones sobre el exterior del invernadero.

El efecto turbulento del viento, provoca fluctuaciones de presión por la velocidad del mismo, induciendo tanto el ingreso como el egreso de aire en la misma abertura de las ventanas.

Prácticamente en la totalidad de los invernaderos de la provincia de Almería en España tienen ventanas, siendo estas ventanas abatibles de accionamiento manual. Las más utilizadas en la ventilación son ventanas cenitales, además en estos invernaderos hay bandas plegables de accionamiento manual en las ventanas laterales (Céspedes y col., 2009).

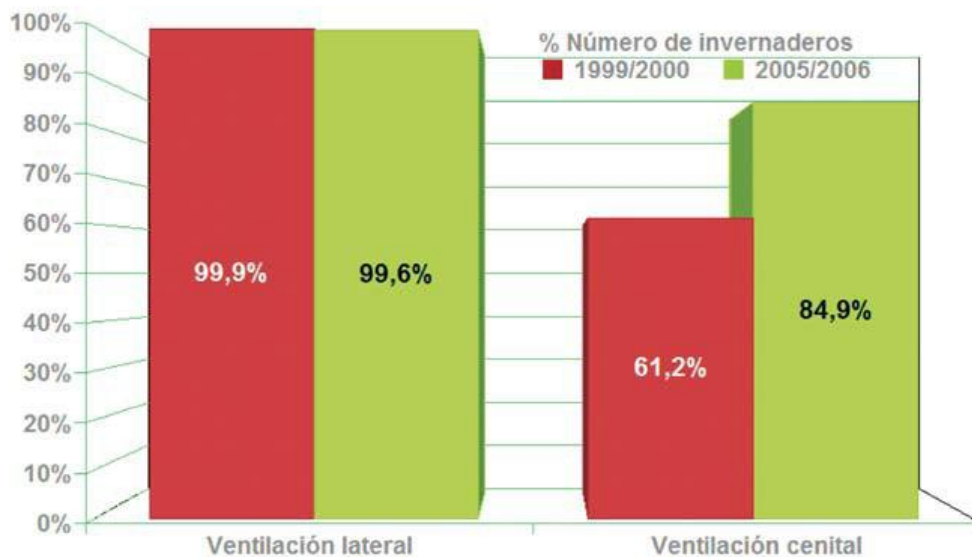


Gráfico 1.- Evolución de la incorporación de ventanas a los invernaderos, en la provincia de Almería en España. Fuente: Céspedes y col., 2009.

Según la gráfica 1. En la campaña 2005/2006 se aprecia una mejora importante en la incorporación de ventanas cenitales. Desde el año 2000 se ha detectado una preocupación por la mejora de la capacidad de ventilación de los invernaderos, e incluso hubo cierto interés por la ventilación mecánica. La ventilación lateral está muy generalizada y en niveles similares en ambas campañas, como puede apreciarse en la gráfica (Céspedes y col., 2009).

2.1.5.4 Insuficiente área de ventilación: De acuerdo con los últimos datos obtenidos mediante encuestas (Céspedes y col.,2009), el porcentaje medio de superficie de ventanas (laterales y cenitales) respecto a la superficie de cubierta por el invernadero esta en torno al 13%. Estos valores se sitúan lejos de los recomendados por la bibliografía, próximos a un 25 % de porcentaje de área de ventanas respecto a la superficie de cubierta, para conseguir unos niveles adecuados de renovación de aire y de confort térmico para los trabajadores (Okushima, 2001).

2.1.5.5 Diseños de ventana ineficientes: Aunque los últimos datos de encuesta (Céspedes y col., 2009) indican que el tipo de ventana más empleado es la ventana abatible, aún sigue existiendo un alto porcentaje de invernaderos que cuentan con ventanas cenitales tipo banda deslizante o de tipo enrollable, o incluso sin ventilación cenital. Los estudios realizados por Pérez-Parra y col. (2004) indican que las ventanas abatibles pueden proporcionar, a igualdad de tamaño que las enrollables, tasas de ventilación de hasta 4 veces superiores si el viento es de barlovento. Ocurre sin embargo, que el invernadero tipo multicapilla simétrico, las ventanas abatibles suelen construirse con un área hasta 3 veces inferior al de las ventanas enrollables. Esto se debe al temor por parte del agricultor a que vientos de velocidad alta puedan dañar las ventanas e incluso la estructura, ya que su apertura y cierre suele ser manual. Por tanto la automatización de este tipo de ventanas, haría compatible construir ventanas abatibles de mayor tamaño (Baeza, 2009)

En estudios realizados con la técnica del gas trazador se vio que ventanas abatibles obtienen valores más elevados de tasa de ventilación con viento de barlovento, que con viento de sotavento. Sin embargo, a barlovento se obtiene un flujo de aire más heterogéneo en el invernadero, mientras que a sotavento el flujo es más homogéneo. Y que una forma de incrementar el área de ventanas en el invernadero consiste en colocar ventanas de tipo abatible en ambas vertientes de cada capilla, es decir, ventanas tipo “mariposa”, que proporcionan un mayor número de alternativas al agricultor para gestionar la apertura y cierre de las mismas. Otra configuración habitualmente empleada por los agricultores es ir colocando una ventana cenital por cada capilla, orientándolas de forma alterna, siempre colocando a barlovento las dos ventanas de las capillas extremas, pues es esta ventana la que mayor contribución tiene al flujo entrante de aire en el invernadero (Pérez-Parra et al., 2004; Baeza, 2007).

Se deben utilizar materiales de cubierta térmicos, es decir, lo más impermeable posible a las radiaciones infrarrojas de onda larga. Sin embargo estas técnicas de conservación de energía, como construcción de invernaderos de doble pared y uso de pantallas térmicas, además de disminuir las pérdidas de calor y aumentar la temperatura del invernadero, producen otros cambios en su microclima, como por ejemplo la disminución de la tasa de ventilación, con efectos generalmente negativos. Por ello su instalación debe tener en cuenta estos inconvenientes y prever la forma de solventarlos (Valera et al, 2008).

Una ventilación natural eficaz en el invernadero debe combinar un número suficiente de cambios de aire, con el fin de evacuar el exceso de calor sensible, con una buena circulación de aire. Esto se puede lograr, por lo general, con una buena combinación de ventanas cenitales y aberturas laterales no muy distantes. Sin embargo, muchos invernaderos no tienen respiraderos laterales, y el intercambio de aire se lleva a cabo solo a través de los respiraderos del techo.

El diseño del invernadero puede mejorar la circulación del aire incrementando el tamaño de los orificios de ventilación o la pendiente de los tramos. Se ha demostrado la clara influencia de la dirección del viento sobre la tasa de ventilación en invernadero. La ventilación a barlovento, en todos los casos, es superior a sotavento (entre un 39-51%). La conclusión obvia que se extrae de este dato es la necesidad de orientar las ventanas en la dirección de los vientos dominantes de la zona (Muñoz, P., 1998).

El sistema de ventanas intercambiables se ha mostrado mucho más eficiente que el de ventanas rectangulares continuas. La ventana intercambiable compensa el descenso. Un prototipo de invernadero mejorado propuesto por Baeza. Las capillas tienen una pendiente de 30° y en ellas se disponen ventanas dobles tipo "mariposa". Se ha incrementado el ancho del alerón y el hueco de cada ventana. Lo que supone un incremento en el área total de ventanas cenitales. Mediante técnicas de simulación CFD se muestra como el deflector colocado bajo la ventana cenital de la primera capilla redirige el flujo de aire hacia la parte inferior del invernadero, evitando que el flujo

entrante salga directamente por la segunda ventana sin contribuir a la refrigeración de la zona ocupada por el cultivo.

También se ha incorporado un deflector de malla de baja porosidad de un metro de anchura colocado junto a las ventanas laterales desde el suelo, en el interior del invernadero, para evitar el impacto directo del flujo de aire entrante sobre el cultivo.

La construcción de ventanas de mayor tamaño, la mayor pendiente del invernadero, y la presencia de deflectores provocan una fuerte entrada de aire en la primera capilla, que no se adhiere a la cubierta, sino que se redirige a la zona del cultivo (Pérez-Parra et al., 2004; Baeza, 2009).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Para que la ventilación en el invernadero sea eficaz, debe provocarse dentro de estos, suficientes cambios de velocidad en el aire que se está introduciendo, con el fin de evacuar el exceso de calor existente en el interior de los invernaderos. Esta adecuada circulación interior de aire dentro del invernadero se puede lograr, por lo general con una buena combinación de ventanas cenitales y aberturas laterales no muy distantes una de otra. Sin embargo, muchos invernaderos en Nueva Santa Rosa, no tienen respiraderos laterales, y el intercambio de aire se lleva a cabo solo a través de los respiraderos del techo.

El diseño de los invernaderos no son los más adecuados en cuanto a ventilación dentro de estos, ya que el tipo de ventana utilizado en la zona de estudio no es el correcto.

Los intentos para mejorar las características de los invernaderos en relación al clima de la región en la que se van a utilizar y al cultivo, se ven truncados, ya que no se cuenta con estudios previos de factores climáticos relacionados con las características de los diferentes diseños de invernaderos que se utilizan. Repercutiendo sin duda a no solucionar problemas de producción bajo condiciones protegidas.

Sabemos que las condiciones climáticas dentro y fuera de los invernaderos, es de vital importancia para el desarrollo de los cultivos que se encuentra dentro de ellos, de manera que deben de existir claves en el la manipulación del factor clima exterior en relación al clima interior de los invernaderos, que permitan mejorar la productividad bajo estas condiciones de producción.

El clima presenta algunas dificultades para producir bajo invernadero, debido principalmente al manejo de la ventilación dentro de los mismos, consecuencia de ello el rendimiento del cultivo bajo estas condiciones de manejo se ve afectado.

El cultivo en invernadero en la zona de Nueva Santa Rosa, y en otras zonas de invernadero, se caracteriza por el empleo de estructuras de ventilación lateral y cenital con cubierta plástica flexible.

El sistema agrícola bajo invernadero en la zona de estudio constituye un sistema complejo, con mucha demanda de tecnología e incorporación de innovaciones que contribuyan eficientemente a la producción. Actualmente se producen 15 Kg/m² de tomate tipo cherry, pero la meta de producción es llegar a 20 – 22 Kg/m², para ello se necesita evaluar los factores climáticos que favorezcan un incremento en la producción.

Los invernaderos tienen gran importancia dentro del sistema productivo en la agricultura intensiva. Por ello un diseño eficiente en cuanto a ventilación es de mucho interés para alcanzar una agricultura de calidad y competitiva. Es por tal razón que se realizó esta investigación, con el objetivo de comparar dos diseños de ventanas cenitales, de tal manera poder manipular artificialmente el clima interior de los invernaderos, contribuyendo así al incremento en el rendimiento de Tomate tipo cherry, y poder llegar a la meta considerada como óptima 20 – 22 Kg/m² bajo estas condiciones y desde luego, los resultados obtenidos son de mucha utilidad a los productores que emplean este tipo de estructura para la producción agrícola, ya sea local o de exportación.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto climático con dos diseños de ventanas cenitales en invernadero, sobre el rendimiento del cultivo de Tomate tipo cherry en la localidad de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.

4.2 ESPECIFICOS

- Determinar la incidencia de dos diseños de ventana cenital sobre la temperatura y la humedad relativa dentro de los invernaderos.
- Evaluar el efecto de los dos diseños de ventana sobre el rendimiento de Tomate tipo cherry.
- Determinar los costos de producción para evaluar la rentabilidad y beneficio/costo en ambos sistemas de ventilación cenital.

V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los diseños de ventana cenital tendrá efecto sobre la temperatura y la humedad dentro de los invernaderos.

Al menos uno de los diseños de ventana cenital tendrá efecto significativo en el rendimiento de Tomate tipo cherry.

Al menos uno de los dos diseños de ventana cenital a evaluar, tendrá un menor costo de producción.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

El lugar en el cual se realizó la presente investigación fué, el Centro de Capacitación Innovación y Producción Popoyán - Priva, ubicado en el kilómetro 77 ruta de Guatemala hacia Mataquescuintla, en el municipio de Nueva Santa Rosa departamento de Santa Rosa, el cual está ubicado en las coordenadas latitud $14^{\circ} 22' 53''$ N; longitud, $90^{\circ} 17' 08''$ O .Colinda al Norte con la aldea Chapas, al Sur con Cuilapa, al Este con las montañas de Jalapa y al Oeste con Barberena. Situado a una altura de 1,000 msnm. La zona de vida es Bosque Húmedo Subtropical templado bh-S (t). (IGN, 1980).



Figura 3. Localización del lugar de investigación. Fuente: Google Earth

6.2 Clima

La finca cuenta con una estación meteorológica con la que se han determinado las condiciones de clima siguientes: Un clima templado con temperaturas medias que oscilan entre 22°C y 26° C. En la época de lluvias los días presentan una intensidad de luz baja, la cual es en un promedio de 250 watts/m²; mientras que para días de verano es de 350 watts/m². Se registra por aparte la velocidad del viento, la cual suele ser de 10 hasta 20 Km/hr. La precipitación pluvial media anual oscila entre 1,300 y 1,500 mm. La humedad relativa a lo largo del año varía en 30 a 95 %. Durante las mañanas y la noche frecuentemente se presentan humedades relativas altas (100%) y neblina, la cual desaparece en las primeras horas de sol (6 a 7 de la mañana). Se presenta un porcentaje de nubosidad promedio entre 20 a 30 % para el verano y entre un 50 y 70 % para el invierno, según técnicos de la finca (INSIVUMEH, 2000).

6.3 Descripción de tratamientos

Para la realización de la investigación los tratamientos considerados fueron dos tipos de ventana cenital, una cenital fija (T0) y otra, cenital mariposa (T1). Se realizó la investigación en invernaderos; un invernadero con 7 ventanas cenitales fijas y el otro invernadero con 7 ventanas cenitales tipo mariposa; por lo que la toma de datos se ubicaron en las 5 ventanas (repeticiones), que están en medio, quedando las ventanas que están a los lados como efecto de borde. EL cultivar experimental fue tomate tipo cherry.

Para optimizar el uso del agua y un mayor control sobre el cultivo se utilizó el sistema de cultivo Hidropónico. El material vegetal fue, un Tomate tipo cherry, por lo que el experimento fue:

- a. T0: Ventana cenital diseño fija.
- b. T1: Ventana cenital diseño mariposa.

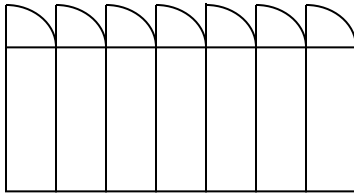


Figura 4. T0, Invernadero con Ventana Cenital fija.

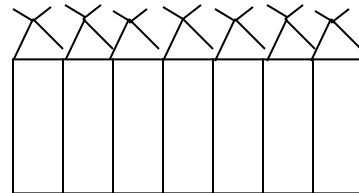


Figura 5. T1, Invernadero con ventana Cenital tipo Mariposa.

6.4 Modelo estadístico: En función de las características de las unidades experimentales independientes, no se hará uso de un diseño experimental como tal, por lo que se utilizó el modelo de Parcelas Pareadas de medias independientes, a los datos obtenidos se le aplicó análisis de varianza, cuando fueron significativos se realizó la prueba de medias (Quemé, J. 2002).

Modelo Parcelas Pareadas

$$t = \frac{(\bar{y}_B - \bar{y}_A) - (\mu_B - \mu_A)}{s \sqrt{1/n_A + 1/n_B}}$$

Donde:

\bar{y}_A \bar{y}_B Son las medias muestrales

μ_A μ_B Las correspondientes medias poblacionales

S La desviación típica muestral conjunta

6.5 Unidad Experimental: La unidad experimental fueron 4 surcos con las siguientes dimensiones:

Largo de cama: 36 metros

Distancia entre surcos: 1.6 metros

6.6 Manejo del experimento

6.6.1 Preparación del Área de Producción: Se procedió a realizar las actividades de pre siembra, las cuales inician con la desinfección del área de producción. Esta desinfección implica lavado de plásticos, remoción de material vegetal del cultivo anterior, aplicaciones de productos fitosanitarios para la eliminación de plagas que puedan dañar el inicio del cultivo.

6.6.2 Colocado de tabique y Lámina de Drenaje: Luego de realizar las actividades de pre siembra, se procedió a colocar el tabique. La función del tabique es el soporte donde ira colocado el *growbag*, se colocó a una distancia entre tabique de 0.125 metros de largo y 0.10 metros entre tabique de ancho. Los diez centímetros de separación que quedan entre tabique dan la formación del drenaje donde se colocó una lámina blanca que formó el canal de drenaje.

6.6.3 Colocación del *growbag*: El *growbag* se colocó después de haber colocado la lámina de drenaje sobre el tabique, se colocaron 10000 unidades por hectárea para obtener una densidad de plantación de 4.8 ejes por metro cuadrado.

6.6.4 Colocado de manguera: Luego de colocado del *growbag* se procedió a la colocación de la manguera de riego, esta manguera es color blanco en su exterior y negra en su interior, la cual se perforó justo en la posición donde se encuentra el *growbag*, luego de la perforación se procedió a la colocación del tubín, el cual consistió en un gotero de 3 LPH y una lanza, conocido comúnmente este sistema como estilete.

6.6.5 Riego pre-siembra: El riego pre- siembra consistió en aplicar el riego para que la fibra de coco del *growbag* pueda inflar o llenar la bolsa para que esté lista para el trasplante, otro propósito es lavar la fibra de coco para bajar la conductividad eléctrica de la fibra y evitar intoxicación en la plántula.

6.6.6 Trasplante de tomate: Para el trasplante se utilizaron 15,000 injertos de Tomate Cherry, lo equivalente a 30,000 ejes. El pilón se introdujo en el sustrato para que este le sirva de anclaje.

6.6.7 Fertirrigación: La aplicación de fertilizantes se realizó en el sistema de riego, diluyendo los productos utilizados en la empresa e incorporándoselos a la planta en base al programa de fertilización de la empresa.

6.6.8 Control fitosanitario: Para el control fitosanitario, se realizaron muestreos previos a las aplicaciones, para determinar la presencia de plagas y enfermedades que estén afectando el cultivo, en base a estos muestreos se tomó la decisión de que productos utilizar en base al programa fitosanitario de la finca, de tal manera mantener la plantación libre de problemas que afecten los resultados de la presente investigación. Se utilizaron productos preventivos y curativos.

6.6.9 Cosecha: La cosecha se realizó en grado 4, este es cuando el fruto presenta un 100 % de madurez, y se hizo en forma individual a granel en caja plástica de 15 libras.

6.6.10 Toma de datos: Se procedió a tomar los datos en estaciones de muestreo para evaluar el rendimiento en Kg/m². Estas estaciones de muestreo serán de 1 metro, siendo un total de 5 estaciones de muestreo.

6.7 Variables respuesta

- T^0 media en grados Celsius, dentro y fuera de los invernaderos. Estos datos se obtuvieron con el uso de una caja de clima, los datos se tomaron de 0:00 horas a 24:00 horas de cada día, tomando la media de cada uno de los días.
- Humedad ambiental en %, dentro y fuera de los invernaderos, datos que se obtuvieron con el uso de una caja de clima, los datos se tomaron de 0:00 horas a 24:00 horas de cada día, tomando la media de cada uno de los días.
- Producción, rendimiento en kg/m^2 , obtenido de las estaciones de muestreo.
- Costos de producción.

6.8 Análisis de la Información

6.8.1 Análisis Estadístico: Para el análisis de cada variable bajo estudio, se hizo uso del análisis de varianza introduciendo los datos al programa estadístico conocido como (Statistical Analysis System) por sus siglas en inglés (SAS). Así mismo cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se realizó una prueba múltiple de medias, utilizando Duncan 5%.

6.8.2 Análisis Económico: Para el análisis económico se utilizaron los costos totales, costos netos, Ingreso bruto, ingreso neto (utilidades) y rentabilidad.

6.8.3 Relación beneficio / costo: Expresando la relación entre ingresos brutos y costos totales para cada tratamiento, esta relación siempre debe de estar por encima de uno, para que exista ganancia o sea factible, mientras que si es igual a uno se puede decir que se alcanza el punto de equilibrio.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Temperatura ° C

Cuadro 1. Análisis de la varianza para la variable temperatura dentro del invernadero.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura ° C	929	0.03	0.03	10.79

Cuadro de Análisis t la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	117.47	2	58.74	15.85	<0.0001
Tratamiento	117.47	2	58.74	15.85	<0.0001 **
Error	3431.23	926	3.71		
Total	3548.70	928			

De acuerdo a los resultados del ANDEVA del cuadro 1, se establece que para la variable temperatura en grados Celsius, resulta altamente significativo al 0.01 % (0.0001) ** entre tratamientos, comprendiéndose que hay una seguridad del 99.99 % de que hay diferencia estadística entre tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias para la variable en cuestión.

El modelo solo consta de un factor de variación, es precisamente los tratamientos, debido a eso el resultado (117.47) son iguales en modelo y tratamiento. Inclusive en el cuadro de andeva, se puede eliminar esa línea donde van los resultados del Modelo.

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=0.3160

Error: 3.7054 gl 926

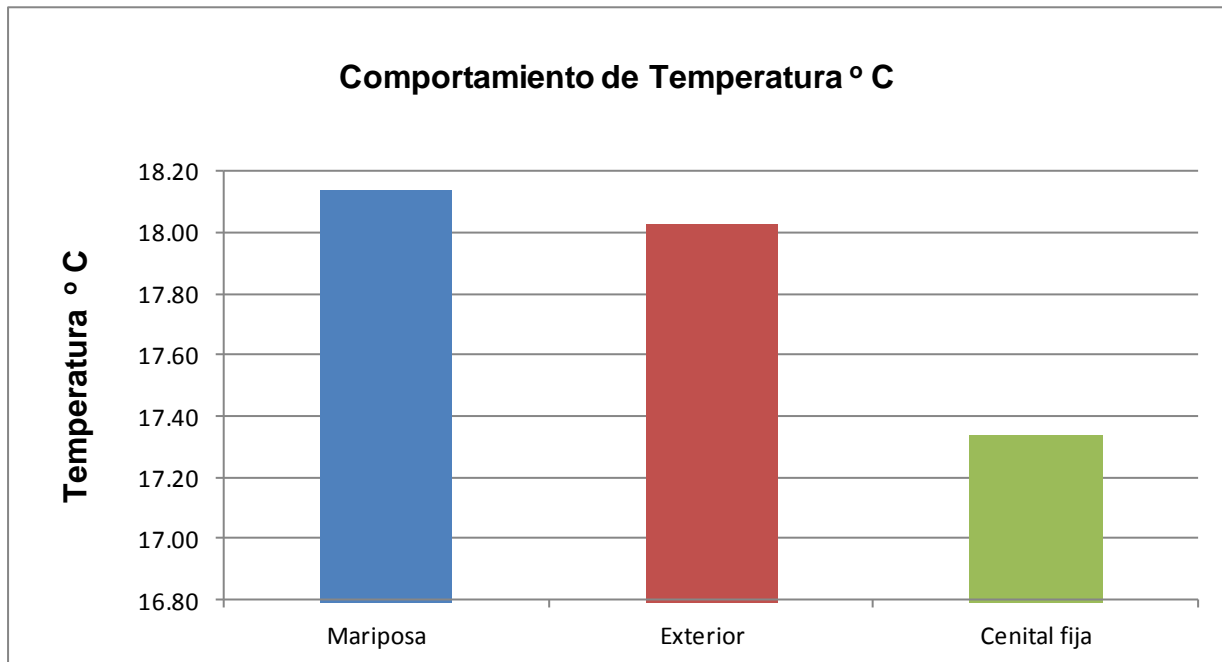
Cuadro 2. Prueba de medias para tratamientos

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Mariposa	18.14	310	0.11	A
Exterior	18.03	309	0.11	A
Cenital	17.34	310	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Por los resultados de la prueba de medias de acuerdo a DGC, se estableció que, el tratamiento en el cual se obtuvo mayor temperatura 18.14 ° C es el invernadero con ventana mariposa, seguido de la temperatura en el exterior de los invernaderos 18.03 ° C y con menor temperatura el tratamiento con ventana cenital fija con 17.34 ° C. De estos resultados deducimos que el invernadero con ventana cenital fija, mantiene la temperatura interior del invernadero, más fresca 17.34 ° C provocando o manteniendo una mejor o mayor ventilación.

Gráfica 2. Variable Temperatura ° C



Gráfica 2. Según se observa en la gráfica, la tendencia de Temperaturas se manifiesta de la siguiente manera. Mayor temperatura 18.14 ° C en invernadero con ventana mariposa, seguido 18.03 ° C en exterior de los invernaderos y con menor temperatura 17.34 ° C en el invernadero con ventana cenital fija.

7.2 Humedad Relativa %

Cuadro 3. Análisis de la Varianza para la variable humedad relativa (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HR medida %	930	0.17	0.17	8.76

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10990.51	2	5495.25	93.35	<0.0001
Tratamiento	10990.51	2	5495.25	93.35	<0.0001 **
Error	54569.81	927	58.87		
Total	65560.32	929			

De acuerdo a los resultados del ANDEVA en el cuadro 3, se establece que para la variable Humedad Relativa, resulta altamente significativo al 0.01 % (0.0001) **, entre tratamientos, comprendiéndose que hay una seguridad del 99.99 % de que hay diferencia estadística entre tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias para la variable en cuestión.

El nivel de significancia que se trabajó, lo da el 99.99 % de seguridad, en otra forma de interpretarlo, el nivel de significancia que se trabajó lo da la probabilidad de error del 0.01 %.

El modelo solo consta de un factor de variación, es precisamente los tratamientos, debido a eso el resultado (10990.51) son iguales en modelo y tratamiento. Inclusive en el cuadro de andeva, se puede eliminar esa línea donde van los resultados del Modelo.

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=1.2594

Error: 58.8671 gl: 927

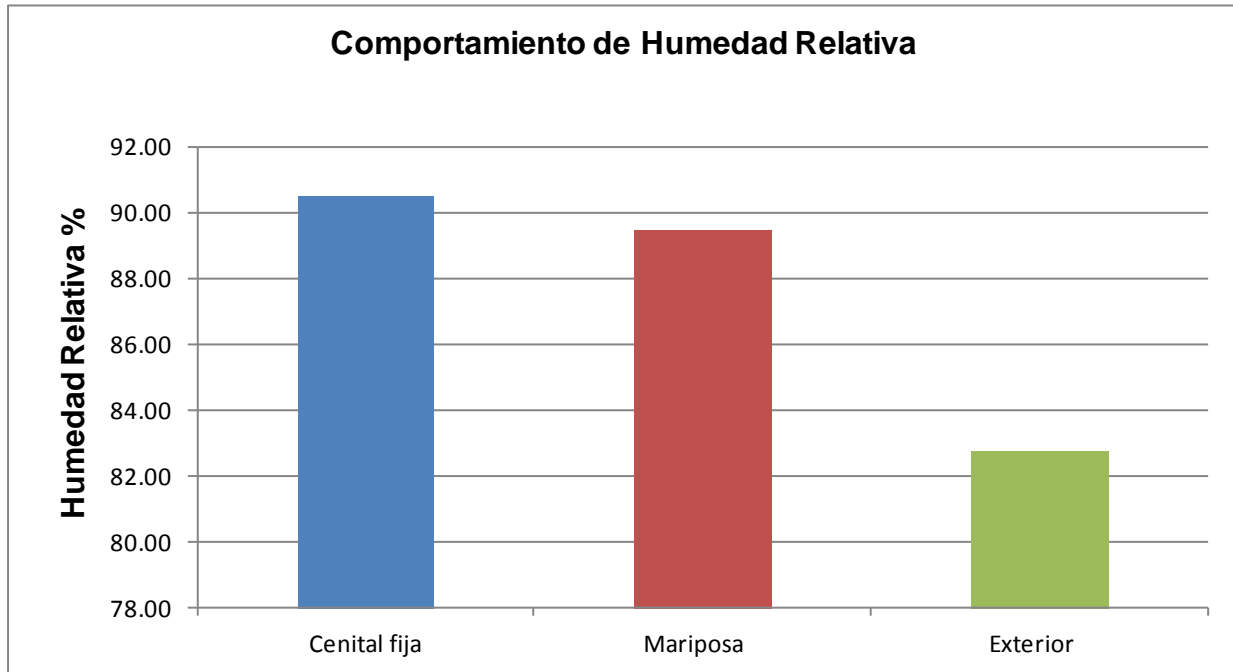
Cuadro 4. Prueba de medias para la variable Humedad Relativa

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Cenital	90.49	310	0.44	A
Mariposa	89.49	310	0.44	A
Exterior	82.75	310	0.44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Por los resultados de la prueba de medias según DGC, se estableció que, el tratamiento en el cual se manifestó mayor Humedad Relativa 90.49% interiormente es: el invernadero con ventana cenital fija, seguido de la Humedad Relativa interior del invernadero con ventana mariposa 89.49 %. y la menor Humedad Relativa 82.75 % es la que se obtiene en el exterior de los invernaderos. Estos resultados dan lugar a deducir que el invernadero con ventana cenital fija, es en el cual se concentra mayor Humedad Relativa.

Grafica 3. Humedad Relativa %



Gráfica 3. Según se observa en la gráfica, la tendencia de Humedad relativa, se manifiesta de la siguiente manera. Mayor humedad relativa 90.49 % en el invernadero con ventana cenital fija, seguido de 89.49 % en el exterior de los invernaderos y con menor humedad relativa en el exterior de los invernaderos.

7.3 Rendimiento kg/m²

Cuadro 5. Análisis de la Varianza para la variable rendimiento en kg/m² (SC tipo I)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Rendimiento Kg/m ²	620	1.8E-03	1.4E-04	58.26	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	1	0.02	1.09	0.2979
Tratamiento	0.02	1	0.02	1.09	0.2979 NS
Error	13.41	618	0.02		
Total	13.43	619			

El cuadro 5 de análisis de varianza, refleja no significancia entre tratamientos, debido al valor obtenido en P-valor (0.2979 %), que es mayor a 0.05% utilizado para considerarse significancia en este análisis de varianza. Pero dado a que es importante analizar cuál fue el comportamiento del rendimiento en los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de medias.

El Coeficiente de variación (CV) 58, obtenido en la variable rendimiento, se puede considerar adecuado estadísticamente, ya que para obtener este valor (CV), es varianza S² Dividido entre la media X, y al ser la diferencia entre medias muy baja, provoca que el valor CV, sea muy alto, como en este caso.

El modelo solo consta de un factor de variación, es precisamente los tratamientos, debido a eso el resultado (0.02) son iguales en modelo y tratamiento. Inclusive en el cuadro de andeva, se puede eliminar esa línea donde van los resultados del Modelo.

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=0.0232

Error: 0.0217 gl: 618

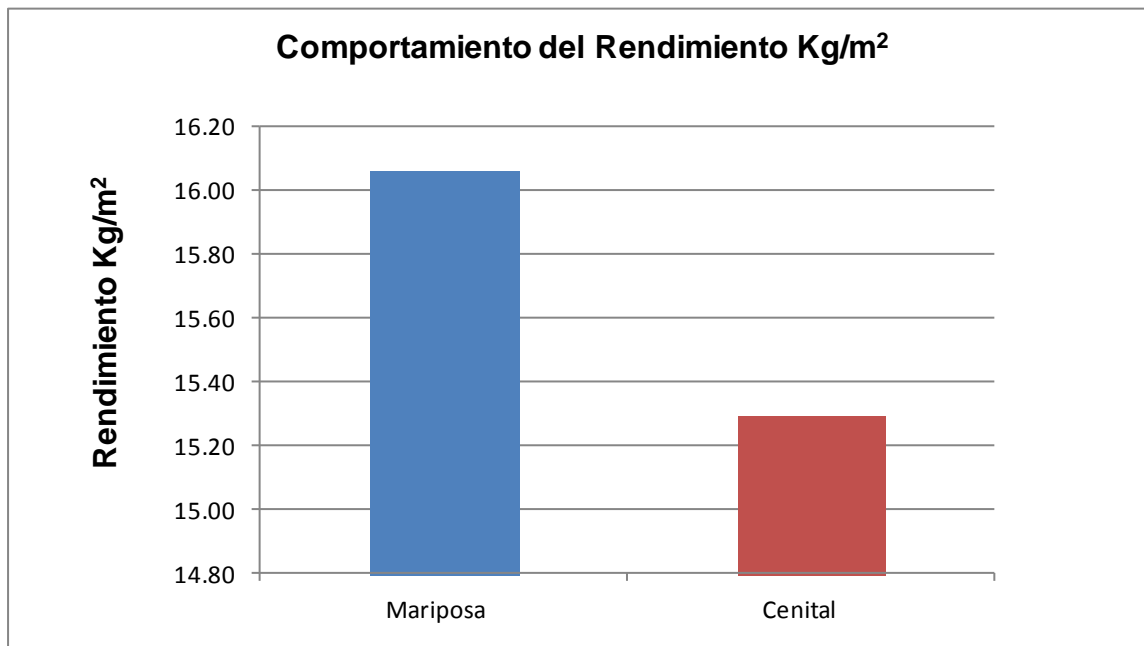
Cuadro 6. Prueba de medias para la variable rendimiento en kg/m²

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Mariposa	16.06	310	0.01	A
Cenital	15.29	310	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el cuadro 6 de análisis de medias anterior, notamos que el tratamiento que se refiere a invernadero con ventana mariposa, se obtiene mayor rendimiento 16.06 kg/m² y con el invernadero con ventana cenital fija el rendimiento es de 15.29 Kg/m². Siendo prácticamente insignificante la diferencia obtenida en rendimiento en cualquiera de los dos invernaderos, pero dado a que en exportación un kg/m² significa mayores ingresos al traducirlo a kg/ha.

Gráfica 4. Rendimiento Kg/m²



Gráfica 4. En cuanto a rendimiento, la gráfica anterior demuestra que se obtiene un mayor rendimiento 16.06 kg/m² en el invernadero con ventana mariposa y menor rendimiento 15.29 kg/m² en el invernadero con ventana cenital fija, siendo una diferencia de 0.77 kg/m² la cual bajo estas condiciones de producción es muy significativa la diferencia.

VIII. ANALISIS ECONÓMICO

Cuadro 7. Análisis comparativo de los costos de producción para ambos sistemas de ventilación cenital.

DESCRIPCION	VENTANA CENITAL FIJA		VENTANA CENITAL MARIPOSA	
	Q 10000 m ²	Q Costo/m ²	Q 10000 m ²	Q Costo/m ²
COSTO INDIRECTO				
Infraestructura	1848000	184.8	2217600	221.76
Sistema de Riego	84700	8.47	84700	8.47
Sub-total	1932700	193.27	2302300	230.23
COSTO DIRECTO				
Mano de obra	383200	38.32	383200	38.32
Fertilizantes	211088	21.11	211088	21.11
Semilla	78741	7.87	78741	7.87
Control Biológico	63253	6.33	63253	6.33
Fibra de Coco	36519	3.65	36519	3.65
Fitosanidad	32808	3.28	32808	3.28
Pita	30320	3.03	30320	3.03
Fungicidas	24079	2.41	24079	2.41
Limpiadores y Desinfectantes	20965	2.10	20965	2.10
Insecticidas	10166	1.02	10166	1.02
Clip	2531	0.25	2531	0.25
Adherentes y Madurantes	1328	0.13	1328	0.13
Barreras Vivas	1185	0.12	1185	0.12
Sub-total	896181	89.62	896181	89.62
Totales	2828881	282.89	3198481	319.85

De acuerdo a la información planteada en el cuadro anterior, de los rubros contenidos en los costos de producción, únicamente varía en Infraestructura, ya que el diseño de ventana cenital mariposa representa una variación de Q 36,96/ m², la cual representa mayor costo de producción, ya que el metro cuadrado para ventana cenital mariposa es mayor que el costo del metro cuadrado para ventana cenital fija.

El resto de costos permanecen iguales para ambos sistemas de ventilación ya que se aplican los mismos rubros con los mismos costos para ambos sistemas.

Cuadro 8. Análisis de Rentabilidad y Beneficio /Costo para ambos sistemas de ventilación cenital.

DESCRIPCION	VENTANA CENITAL FIJA		VENTANA CENITAL MARIPOSA	
	Q 10000 m ²	Q Costo/m ²	Q 10000 m ²	Q Costo/m ²
Precio / Kg producido	406500	40.65	406500	40.65
Ingreso Bruto	6215385		6528390	
Ingreso Neto	3386504		3329909	
Rentabilidad	119%		104%	
Relación Beneficio/Costo	2.19		2.04	
Kg/m ² producido	15.29		16.06	

De acuerdo a la información obtenida la ventana cenital fija tiene mayor rentabilidad en relación a la ventana cenital mariposa, esto se debe a que el costo de Infraestructura es menor.

La relación beneficio/costo para ambos sistemas de ventilación es mayor a uno, la cual nos demuestra una factibilidad económica favorable para la ventana cenital fija.

IX. CONCLUSIONES

La variable temperatura en base a la caja de clima dentro de los invernaderos. En el invernadero con ventana diseño mariposa se obtuvo la mayor temperatura de 18.14° Celsius, y menor temperatura en el invernadero con ventana diseño cenital de 17.34° Celsius, ambos datos son las medias obtenidas de la temporada 2013 – 2014, comprendidas de los meses de Noviembre hasta Abril.

En cuanto a humedad relativa en base a la caja de clima dentro de los invernaderos, los resultados obtenidos estadísticamente son iguales, en el invernadero con ventana diseño cenital se obtiene 90.49 %, y 89.49 % dentro del invernadero con ventana diseño mariposa, ambos datos son las medias obtenidas de la temporada 2013 – 2014, comprendidas de los meses de Noviembre hasta Abril.

Los parámetros estimados como óptimos para producir bajo condiciones controladas, en cuanto a temperatura y humedad relativa, están en el rango comprendido en 17 a 25°C y 70 a 85% en su orden, comprendiendo que los resultados obtenidos en esta investigación para invernaderos con ventana tipo mariposa se encuentran muy cercano al óptimo.

La producción obtenida en invernaderos con ventana diseño mariposa como en los que tienen ventana diseño cenital, son similares. Los invernaderos con ventana diseño mariposa 16.06 kg/m^2 y en invernaderos con ventana diseño cenital 15.29 Kg/m^2 , existiendo una diferencia entre ambos sistemas de ventilación de 0.77 Kg/m^2 .

Con base al Analisis de Costos de produccion se determino que el invernadero con ventana cenital fija es más conveniente en la producción de Tomate bajo condiciones controladas, esto debido a que obtuvo una rentabilidad de 119% y una relación beneficio/costo de Q 2.19.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la temperatura dentro de los invernaderos con ventana cenital diseño mariposa, se regule con la manipulación abertura y cierre de ventanas; de tal manera obtener Temperatura en el rango de los 17 C° a 18 C° y humedad relativa en el rango 70% a 85%.

Utilizar estructuras de invernadero con ventana cenital diseño mariposa, ya que el rendimiento en Kg/m² es relativamente mayor al invernadero con ventana cenital fija, con una diferencia de 0.77 Kg/m².

Para obtener una mayor rentabilidad al manejar el cultivo de Tomate tipo Cherry en esta investigación, se recomienda producir en invernadero con ventana diseño cenital fija.

Los productores de tomate que utilizan la tecnología bajo condiciones controladas, necesitan protocolos de producción que permitan ser una guía técnica. Por lo que recomendamos que los resultados obtenidos en esta investigación sean difundidos.

XI. BIBLIOGRAFIA

- Baeza, E.J (2007). Optimización del diseño de los sistemas de ventilación en invernadero tipo parral. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior.
- Baeza, E.J., Pérez-Parra, J., López.J.C.,Gazquez,J.C. (2009). “Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo” Capítulo I: Ventilación Natural. IFAPA.
- Baille A.; González-Real M.M. 2001. Utilización de modelos para el control y la ayuda a la decisión en invernadero. Situación actual y perspectiva. En ‘Incorporación de tecnología al invernadero’. Ed. Cajamar.
- Bonilla, 2008. El cultivo del tomate bajo condiciones controladas. II Seminario internacional, Colombia. CIAT, p. 12- 15.
- Céspedes López, A.J., García García, M.C., Perez-Parra,J.J., Cuadrado Gomez, I.M. “Caracterización de la explotación hortícola protegida de Almería” FIAPA, 2009. I.S.B.N.: 84-88246-32-5.
- Daniel F. Campos A. 2005. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. Categoría: Agropecuario. Editorial: Editorial Trillas.
- Díaz T.; Espí G.; Fontecha A.; Jiménez J.C.; López J.; Salmerón A. 2001. Los filmes plásticos en la producción agrícola. Ed. Mundi Prensa.
- Fasagua; 2013. Área dedicada a la producción agrícola bajo condiciones controladas, 1ª edición. Guatemala. p 42.

FAO, (2001). El cultivo protegido en clima mediterráneo. FAO, 90, 318 pp.

Instituto Geográfico Nacional –IGN- (1980). Atlas Nacional de Guatemala, 2ª edición. Guatemala. Tomo I, p 258.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Descripción de los Instrumentos Meteorológicos. Ediciones Papiro, S. A. Año 2000. Trifoliar.

Montero, J.I. 2009. “Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo” Capítulo VI: tendencias tecnológicas en los invernaderos mediterráneos. IFAPA.

Muñoz, P. (1998). “Ventilación natural de invernaderos multitúnel”. Universitat de Lleida. EscolaTécnica Superior Enginyeria Agraria, Lleida, 145 pp.

Okushima, L., Sase, S., Lee, I.B., Bailey, B.J. (2001). “Thermal environment and stress of workers in naturally ventilated greenhouses under mild winter climate”. Acta Horticulturae 559. Vol.II: 763-768.

Pérez-Parra, J.J., Baeza, E., Montero, J.L., Bailey, B.J. (2004) “Natural ventilation components”. Journal of Agricultural Engineering Research, 57:53-65.

Quemé, J. 2002. Sistematización de una prueba de hipótesis, diseños completamente al azar, bloques completos al azar y prueba de medias. Santa Lucía Cotz. CENGICAÑA.

Valera, D.; Molina, F. y Alvarez, A. J. (2008): “Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos”. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), Madrid. p. 72.

Von Zabertitz C. Greenhouse structures. En: Ecosystems of the world, Greenhouse Ecosystems. Capítulo I, 1-15. Ed Elseiver, 432 pp.

ANEXOS

Cuadro 9. Datos obtenidos de la caja de clima para temperatura y humedad relativa, tomados de las 0:00 horas a 24:00 horas de cada día, tomando la media de cada día para cada una de las variables.

CLIMA EXTERIOR			VENTANA CENITAL MARIPOSA				VENTANA CENITAL FIJA			
FECHA Y HORA	Temperatura ° C	HR medida %	Repeticion	Temperatura ° C	HR medida %	Rendimiento Kg/m ²	Repeticion	Temperatura ° C	HR medida %	Rendimiento Kg/m ²
05/11/2013 00:00	17.820	90.890	T1R1	18.280	94.110	0.022	TOR1	19.010	93.110	0.023
05/11/2013 00:00	17.821	90.891	T1R2	18.289	94.100	0.038	TOR2	19.100	93.100	0.030
05/11/2013 00:00	17.801	90.900	T1R3	18.300	94.105	0.032	TOR3	19.020	93.120	0.034
05/11/2013 00:00	17.819	90.898	T1R4	18.270	94.000	0.038	TOR4	19.000	93.110	0.034
05/11/2013 00:00	17.887	90.890	T1R5	18.280	94.100	0.033	TOR5	19.000	93.100	0.030
08/11/2013 00:00	17.300	93.960	T1R1	18.200	92.960	0.031	TOR1	19.100	93.000	0.030
08/11/2013 00:00	17.290	93.961	T1R2	18.210	92.970	0.037	TOR2	19.100	93.000	0.029
08/11/2013 00:00	17.289	93.971	T1R3	18.150	92.940	0.039	TOR3	19.110	92.970	0.031
08/11/2013 00:00	17.300	93.980	T1R4	18.180	92.900	0.028	TOR4	19.090	92.990	0.034
08/11/2013 00:00	17.287	93.961	T1R5	18.190	92.990	0.033	TOR5	19.100	93.000	0.028
14/11/2013 00:00	18.200	84.000	T1R1	17.600	93.000	0.045	TOR1	17.700	91.830	0.035
14/11/2013 00:00	18.189	84.001	T1R2	17.610	93.050	0.050	TOR2	17.710	91.800	0.031
14/11/2013 00:00	18.210	84.000	T1R3	17.600	93.080	0.045	TOR3	17.700	91.800	0.040
14/11/2013 00:00	18.199	83.989	T1R4	17.580	92.980	0.041	TOR4	17.690	91.810	0.037
14/11/2013 00:00	18.200	83.990	T1R5	14.590	93.000	0.033	TOR5	17.700	91.820	0.033
18/11/2013 00:00	17.400	89.000	T1R1	18.700	87.010	0.119	TOR1	18.500	90.000	0.110
18/11/2013 00:00	17.4	89.001	T1R2	18.710	87.015	0.133	TOR2	18.510	90.000	0.096
18/11/2013 00:00	17.4	89.889	T1R3	18.690	87.000	0.118	TOR3	18.490	89.936	0.124
18/11/2013 00:00	17.4	89.879	T1R4	18.700	86.990	0.110	TOR4	18.500	89.980	0.115
18/11/2013 00:00	17.4	89.000	T1R5	18.680	87.000	0.089	TOR5	18.520	90.000	0.104
23/11/2013 00:00	16.100	97.000	T1R1	17.210	93.000	0.171	TOR1	18.100	92.000	0.186
23/11/2013 00:00	16.1	97.000	T1R2	17.200	93.000	0.191	TOR2	18.110	92.000	0.163
23/11/2013 00:00	16.000	97.001	T1R3	17.190	93.100	0.170	TOR3	18.090	91.970	0.210
23/11/2013 00:00	16.105	96.897	T1R4	17.210	93.080	0.158	TOR4	18.090	91.990	0.194
23/11/2013 00:00	15.986	96.783	T1R5	17.190	93.000	0.128	TOR5	18.100	92.000	0.176

25/11/2013 00:00	16.900	83.000		T1R1	16.800	90.060	0.196		TOR1	17.120	92.000	0.135
25/11/2013 00:00	16.900	83.000		T1R2	16.810	90.100	0.173		TOR2	17.140	92.000	0.150
25/11/2013 00:00	16.897	83.002		T1R3	16.800	90.040	0.220		TOR3	17.110	91.980	0.134
25/11/2013 00:00	16.000	82.989		T1R4	16.790	90.000	0.241		TOR4	17.110	91.990	0.124
25/11/2013 00:00	16.910	82.990		T1R5	16.780	89.890	0.186		TOR5	17.100	92.000	0.100
29/11/2013 00:00	17.170	63.130		T1R1	15.900	75.870	0.254		TOR1	15.300	80.750	0.248
29/11/2013 00:00	17.180	63.131		T1R2	15.950	75.880	0.283		TOR2	15.310	80.750	0.217
29/11/2013 00:00	17.171	63.000		T1R3	16.000	75.900	0.252		TOR3	15.290	80.740	0.280
29/11/2013 00:00	17.171	63.001		T1R4	15.850	75.870	0.234		TOR4	15.300	80.760	0.259
29/11/2013 00:00	17.181	63.129		T1R5	15.900	75.910	0.189		TOR5	15.300	80.750	0.235
03/12/2013 00:00	15.980	99.000		T1R1	16.680	92.370	0.462		TOR1	16.600	95.000	0.460
03/12/2013 00:00	15.980	98.980		T1R2	16.700	92.380	0.515		TOR2	16.590	95.000	0.402
03/12/2013 00:00	15.978	99.001		T1R3	16.710	92.400	0.458		TOR3	16.610	94.990	0.520
03/12/2013 00:00	15.981	98.990		T1R4	16.690	92.370	0.425		TOR4	16.600	94.980	0.480
03/12/2013 00:00	15.900	99.000		T1R5	16.670	92.400	0.344		TOR5	16.580	95.000	0.435
06/12/2013 00:00	16.000	93.820		T1R1	16.780	92.820	0.164		TOR1	16.680	93.000	0.127
06/12/2013 00:00	15.987	93.821		T1R2	16.800	92.800	0.183		TOR2	16.700	93.050	0.111
06/12/2013 00:00	15.897	93.800		T1R3	16.790	92.850	0.163		TOR3	16.710	92.990	0.144
06/12/2013 00:00	16.100	93.798		T1R4	16.800	92.800	0.151		TOR4	16.690	93.000	0.133
06/12/2013 00:00	16.000	93.810		T1R5	16.810	92.810	0.122		TOR5	16.680	93.040	0.120
07/12/2013 00:00	16.300	98.000		T1R1	17.100	93.940	0.098		TOR1	16.810	94.060	0.154
07/12/2013 00:00	16.301	98.100		T1R2	17.150	93.900	0.109		TOR2	16.800	94.050	0.135
07/12/2013 00:00	16.298	97.987		T1R3	17.090	93.950	0.097		TOR3	16.820	94.000	0.174
07/12/2013 00:00	16.300	97.990		T1R4	17.080	93.900	0.090		TOR4	16.790	94.000	0.161
07/12/2013 00:00	16.254	98.090		T1R5	17.000	93.940	0.073		TOR5	16.800	94.600	0.146
10/12/2013 00:00	14.800	97.950		T1R1	15.900	92.000	0.455		TOR1	16.100	91.050	0.184
10/12/2013 00:00	14.790	97.960		T1R2	15.800	92.100	0.399		TOR2	16.110	91.040	0.205
10/12/2013 00:00	14.810	97.950		T1R3	15.850	92.050	0.515		TOR3	15.970	91.100	0.182
10/12/2013 00:00	14.800	97.930		T1R4	15.900	91.980	0.475		TOR4	16.100	91.000	0.169
10/12/2013 00:00	14.780	97.900		T1R5	15.910	91.990	0.431		TOR5	16.120	91.000	0.137
13/12/2013 00:00	21.200	66.000		T1R1	18.700	84.070	0.350		TOR1	18.590	85.070	0.217
13/12/2013 00:00	21.210	66.000		T1R2	18.710	84.050	0.389		TOR2	18.600	85.090	0.190
13/12/2013 00:00	21.190	66.000		T1R3	18.690	84.090	0.346		TOR3	18.610	85.040	0.245
13/12/2013 00:00	20.980	66.050		T1R4	16.680	84.000	0.322		TOR4	18.580	85.000	0.226
13/12/2013 00:00	20.930	66.100		T1R5	18.600	84.000	0.260		TOR5	18.600	85.100	0.205

18/12/2013 00:00	20.800	65.000		T1R1	19.800	72.020	0.432		TOR1	19.100	76.000	0.361
18/12/2013 00:00	20.790	65.000		T1R2	19.810	72.000	0.481		TOR2	19.100	76.050	0.316
18/12/2013 00:00	20.810	65.100		T1R3	19.800	72.050	0.428		TOR3	19.090	76.090	0.408
18/12/2013 00:00	20.790	64.980		T1R4	19.790	72.000	0.398		TOR4	19.090	75.980	0.377
18/12/2013 00:00	20.780	65.000		T1R5	19.780	72.000	0.322		TOR5	19.100	75.990	0.341
20/12/2013 00:00	16.700	82.000		T1R1	15.900	89.960	0.399		TOR1	15.800	91.040	0.287
20/12/2013 00:00	16.710	81.970		T1R2	15.910	89.900	0.349		TOR2	15.810	91.000	0.319
20/12/2013 00:00	16.690	81.900		T1R3	15.890	89.990	0.451		TOR3	15.850	91.080	0.284
20/12/2013 00:00	16.700	82.000		T1R4	15.870	89.980	0.416		TOR4	15.790	91.000	0.264
20/12/2013 00:00	16.680	81.950		T1R5	15.900	89.960	0.377		TOR5	15.800	91.000	0.213
21/12/2013 00:00	15.800	89.100		T1R1	16.200	92.900	0.219		TOR1	16.090	93.900	0.180
21/12/2013 00:00	15.850	89.200		T1R2	16.210	92.910	0.192		TOR2	16.010	93.910	0.200
21/12/2013 00:00	15.790	88.800		T1R3	16.190	92.900	0.248		TOR3	16.000	93.890	0.178
21/12/2013 00:00	15.820	89.000		T1R4	16.200	92.920	0.229		TOR4	16.050	93.900	0.166
21/12/2013 00:00	15.830	89.100		T1R5	16.198	92.900	0.207		TOR5	16.000	93.900	0.134
23/12/2013 00:00	15.400	94.960		T1R1	15.700	92.000	0.969		TOR1	15.500	93.000	0.812
23/12/2013 00:00	15.400	94.900		T1R2	15.710	92.000	1.079		TOR2	15.490	93.000	0.711
23/12/2013 00:00	15.090	94.890		T1R3	15.700	92.100	0.960		TOR3	15.510	93.050	0.918
23/12/2013 00:00	15.380	95.000		T1R4	15.690	92.050	0.892		TOR4	15.480	92.990	0.847
23/12/2013 00:00	15.390	94.960		T1R5	15.680	92.060	0.722		TOR5	15.520	92.890	0.768
26/12/2013 00:00	17.400	73.040		T1R1	16.600	87.080	0.266		TOR1	14.910	90.960	0.179
26/12/2013 00:00	17.390	73.050		T1R2	16.500	87.100	0.296		TOR2	14.920	90.950	0.199
26/12/2013 00:00	17.410	73.100		T1R3	16.590	87.050	0.263		TOR3	14.910	90.960	0.177
26/12/2013 00:00	17.400	73.000		T1R4	16.580	87.150	0.245		TOR4	14.900	90.940	0.165
26/12/2013 00:00	17.350	73.090		T1R5	16.600	87.100	0.198		TOR5	14.900	90.960	0.133
29/12/2013 00:00	16.800	76.890		T1R1	16.400	89.110	0.586		TOR1	15.110	89.890	0.437
29/12/2013 00:00	16.900	76.900		T1R2	16.390	89.100	0.652		TOR2	15.100	89.900	0.382
29/12/2013 00:00	16.870	77.000		T1R3	16.400	89.090	0.580		TOR3	15.090	89.890	0.494
29/12/2013 00:00	16.910	76.850		T1R4	16.380	89.100	0.539		TOR4	15.110	89.900	0.456
29/12/2013 00:00	16.890	76.900		T1R5	16.400	89.150	0.436		TOR5	15.100	90.000	0.413
30/12/2013 00:00	16.480	90.000		T1R1	16.720	92.830	0.576		TOR1	15.620	93.000	0.562
30/12/2013 00:00	16.470	89.000		T1R2	16.700	92.820	0.672		TOR2	15.620	92.970	0.491
30/12/2013 00:00	16.500	91.000		T1R3	16.710	92.840	0.590		TOR3	15.610	93.000	0.635
30/12/2013 00:00	16.510	90.100		T1R4	16.680	92.800	0.559		TOR4	15.600	92.940	0.586
30/12/2013 00:00	16.300	88.000		T1R5	16.690	92.800	0.456		TOR5	15.600	93.000	0.531

04/01/2014 00:00	18.850	68.800		T1R1	16.610	89.900	0.563		TOR1	15.500	91.000	0.580
04/01/2014 00:00	18.830	68.700		T1R2	16.650	89.910	0.492		TOR2	15.490	91.050	0.646
04/01/2014 00:00	18.820	68.830		T1R3	16.600	89.900	0.636		TOR3	15.480	90.890	0.575
04/01/2014 00:00	18.800	68.750		T1R4	16.600	89.890	0.587		TOR4	15.500	90.990	0.534
04/01/2014 00:00	18.810	68.900		T1R5	16.500	89.900	0.532		TOR5	15.510	91.000	0.432
07/01/2014 00:00	20.110	57.000		T1R1	17.610	80.070	0.106		TOR1	16.390	77.270	0.088
07/01/2014 00:00	20.100	57.100		T1R2	17.600	80.100	0.118		TOR2	16.390	77.280	0.077
07/01/2014 00:00	20.000	56.900		T1R3	17.590	80.080	0.105		TOR3	16.400	77.300	0.099
07/01/2014 00:00	20.000	56.980		T1R4	17.580	80.120	0.097		TOR4	16.380	77.290	0.092
07/01/2014 00:00	19.980	57.000		T1R5	17.600	80.100	0.079		TOR5	16.400	77.300	0.083
08/01/2014 00:00	16.800	61.000		T1R1	15.190	87.000	0.137		TOR1	14.390	82.730	0.138
08/01/2014 00:00	16.810	61.100		T1R2	15.200	86.890	0.153		TOR2	14.400	82.700	0.121
08/01/2014 00:00	16.820	60.900		T1R3	15.180	86.900	0.136		TOR3	14.390	82.710	0.156
08/01/2014 00:00	16.780	60.980		T1R4	15.210	87.100	0.126		TOR4	14.410	82.710	0.144
08/01/2014 00:00	16.800	61.000		T1R5	15.190	87.090	0.102		TOR5	14.380	82.730	0.130
10/01/2014 00:00	18.310	73.940		T1R1	17.610	89.880	0.145		TOR1	16.590	90.000	0.139
10/01/2014 00:00	18.300	73.950		T1R2	17.600	89.900	0.162		TOR2	16.600	90.000	0.122
10/01/2014 00:00	18.290	73.900		T1R3	17.580	89.850	0.144		TOR3	16.580	89.980	0.157
10/01/2014 00:00	18.320	73.800		T1R4	17.610	89.910	0.134		TOR4	16.590	89.970	0.145
10/01/2014 00:00	18.280	73.850		T1R5	17.600	88.900	0.108		TOR5	16.610	90.000	0.131
13/01/2014 00:00	16.980	77.150		T1R1	17.000	87.930	0.100		TOR1	15.900	88.000	0.079
13/01/2014 00:00	16.990	77.200		T1R2	17.050	87.940	0.112		TOR2	15.910	88.000	0.069
13/01/2014 00:00	17.000	77.180		T1R3	16.980	87.900	0.099		TOR3	15.900	87.940	0.089
13/01/2014 00:00	16.900	77.100		T1R4	16.970	87.930	0.092		TOR4	15.890	88.000	0.082
13/01/2014 00:00	16.800	77.190		T1R5	17.040	87.930	0.075		TOR5	15.900	87.990	0.075
14/01/2014 00:00	16.600	80.000		T1R1	17.400	88.870	0.145		TOR1	16.000	91.750	0.146
14/01/2014 00:00	16.500	79.000		T1R2	17.350	88.870	0.162		TOR2	16.100	91.750	0.128
14/01/2014 00:00	16.550	80.090		T1R3	17.300	88.880	0.144		TOR3	16.080	91.740	0.165
14/01/2014 00:00	16.610	80.100		T1R4	17.280	88.900	0.134		TOR4	16.090	91.730	0.152
14/01/2014 00:00	16.660	79.800		T1R5	17.290	88.890	0.108		TOR5	15.990	91.750	0.138
17/01/2014 00:00	14.700	63.010		T1R1	13.400	86.000	0.204		TOR1	12.300	81.990	0.181
17/01/2014 00:00	14.710	63.000		T1R2	13.400	86.050	0.228		TOR2	12.310	81.980	0.158
17/01/2014 00:00	14.700	63.020		T1R3	13.370	86.090	0.202		TOR3	12.100	82.000	0.205
17/01/2014 00:00	14.690	62.900		T1R4	13.390	85.980	0.188		TOR4	12.280	81.960	0.189
17/01/2014 00:00	14.700	63.000		T1R5	13.400	85.990	0.152		TOR5	12.300	82.000	0.171

18/01/2014 00:00	17.510	65.000		T1R1	16.410	87.070	0.074		TOR1	15.710	79.930	0.058
18/01/2014 00:00	17.500	65.000		T1R2	16.400	87.080	0.083		TOR2	15.700	79.900	0.051
18/01/2014 00:00	17.520	65.080		T1R3	16.390	87.090	0.074		TOR3	15.690	79.920	0.066
18/01/2014 00:00	17.490	65.100		T1R4	16.380	87.100	0.068		TOR4	15.700	79.910	0.061
18/01/2014 00:00	17.500	65.000		T1R5	16.400	87.120	0.055		TOR5	15.680	79.930	0.055
21/01/2014 00:00	15.900	78.000		T1R1	16.000	89.020	0.651		TOR1	14.500	90.010	0.428
21/01/2014 00:00	15.980	78.100		T1R2	16.050	89.010	0.634		TOR2	14.510	90.000	0.548
21/01/2014 00:00	15.890	78.030		T1R3	15.980	89.020	0.514		TOR3	14.490	90.040	0.463
21/01/2014 00:00	15.950	78.090		T1R4	15.900	89.000	0.403		TOR4	14.500	90.000	0.617
21/01/2014 00:00	15.910	78.000		T1R5	16.000	89.040	0.420		TOR5	14.510	90.010	0.343
24/01/2014 00:00	15.800	90.010		T1R1	16.700	92.000	0.377		TOR1	15.600	95.990	0.391
24/01/2014 00:00	15.790	90.000		T1R2	16.700	92.000	0.388		TOR2	15.610	95.980	0.418
24/01/2014 00:00	15.810	90.000		T1R3	16.690	91.900	0.390		TOR3	15.590	95.990	0.377
24/01/2014 00:00	15.780	90.020		T1R4	16.680	91.890	0.427		TOR4	15.600	96.000	0.357
24/01/2014 00:00	15.800	89.900		T1R5	16.700	91.910	0.390		TOR5	15.580	95.990	0.290
28/01/2014 00:00	17.000	89.000		T1R1	18.110	91.850	0.363		TOR1	16.500	95.000	0.514
28/01/2014 00:00	17.100	89.100		T1R2	18.100	91.900	0.504		TOR2	16.510	95.000	0.266
28/01/2014 00:00	17.000	88.800		T1R3	18.090	91.890	0.497		TOR3	16.490	94.970	0.583
28/01/2014 00:00	16.980	90.000		T1R4	18.080	91.910	0.531		TOR4	16.480	94.990	0.343
28/01/2014 00:00	17.000	89.000		T1R5	18.100	91.880	0.314		TOR5	16.500	95.000	0.528
29/01/2014 00:00	15.710	89.000		T1R1	17.510	91.000	0.279		TOR1	16.000	94.140	0.240
29/01/2014 00:00	15.700	88.900		T1R2	17.500	91.050	0.312		TOR2	15.990	94.150	0.209
29/01/2014 00:00	15.690	89.100		T1R3	17.480	90.890	0.276		TOR3	15.970	94.140	0.274
29/01/2014 00:00	15.680	88.850		T1R4	17.510	90.980	0.257		TOR4	16.000	94.110	0.250
29/01/2014 00:00	15.700	90.000		T1R5	15.500	91.000	0.207		TOR5	16.040	94.140	0.226
01/02/2014 00:00	17.070	75.730		T1R1	16.700	90.000	0.179		TOR1	14.810	93.000	0.199
01/02/2014 00:00	17.000	75.700		T1R2	16.710	89.980	0.168		TOR2	14.900	93.000	0.157
01/02/2014 00:00	17.100	75.710		T1R3	16.680	89.950	0.179		TOR3	14.800	92.980	0.165
01/02/2014 00:00	16.900	75.690		T1R4	16.680	90.000	0.166		TOR4	14.920	92.990	0.154
01/02/2014 00:00	17.000	75.700		T1R5	16.700	90.050	0.167		TOR5	14.810	93.000	0.154
04/02/2014 00:00	16.200	83.130		T1R1	17.410	89.870	0.346		TOR1	16.070	92.000	0.327
04/02/2014 00:00	16.000	83.100		T1R2	17.400	89.870	0.303		TOR2	16.080	91.990	0.344
04/02/2014 00:00	16.100	83.150		T1R3	17.390	89.850	0.392		TOR3	16.000	92.000	0.315
04/02/2014 00:00	16.050	83.000		T1R4	17.380	89.890	0.362		TOR4	16.071	92.050	0.293
04/02/2014 00:00	16.150	83.040		T1R5	17.400	90.000	0.327		TOR5	16.000	92.010	0.236

07/02/2014 00:00	20.400	70.000		T1R1	20.500	84.010	0.389		TOR1	18.800	81.990	0.240
07/02/2014 00:00	20.450	70.100		T1R2	20.480	84.000	0.320		TOR2	18.810	81.990	0.286
07/02/2014 00:00	20.380	69.800		T1R3	20.450	83.900	0.348		TOR3	18.790	82.020	0.223
07/02/2014 00:00	20.400	70.150		T1R4	20.500	84.090	0.259		TOR4	18.800	82.000	0.254
07/02/2014 00:00	20.410	71.000		T1R5	20.480	84.000	0.346		TOR5	18.780	81.980	0.264
11/02/2014 00:00	16.790	75.070		T1R1	15.010	90.000	0.363		TOR1	15.210	90.070	0.358
11/02/2014 00:00	16.800	75.100		T1R2	15.000	90.080	0.300		TOR2	15.200	90.050	0.428
11/02/2014 00:00	16.700	75.000		T1R3	15.000	89.980	0.326		TOR3	15.210	90.100	0.332
11/02/2014 00:00	16.780	75.150		T1R4	14.890	90.000	0.242		TOR4	15.000	90.100	0.379
11/02/2014 00:00	16.810	75.050		T1R5	14.900	89.900	0.322		TOR5	15.150	90.080	0.394
14/02/2014 00:00	18.310	75.890		T1R1	16.110	91.890	0.322		TOR1	16.200	91.110	0.266
14/02/2014 00:00	18.300	75.900		T1R2	16.100	91.890	0.288		TOR2	16.210	91.100	0.221
14/02/2014 00:00	18.290	75.910		T1R3	16.080	91.890	0.266		TOR3	16.200	91.120	0.235
14/02/2014 00:00	18.300	75.880		T1R4	16.110	91.900	0.247		TOR4	15.190	90.990	0.206
14/02/2014 00:00	18.280	75.800		T1R5	15.980	91.910	0.286		TOR5	16.200	91.100	0.243
18/02/2014 00:00	19.230	68.650		T1R1	16.520	86.170	0.471		TOR1	16.230	88.000	0.329
18/02/2014 00:00	19.200	68.630		T1R2	16.500	86.200	0.421		TOR2	16.230	88.050	0.348
18/02/2014 00:00	19.210	68.600		T1R3	16.510	86.180	0.389		TOR3	16.210	88.040	0.305
18/02/2014 00:00	19.150	68.700		T1R4	16.500	16.200	0.314		TOR4	16.200	86.980	0.394
18/02/2014 00:00	19.230	68.660		T1R5	15.480	86.210	0.418		TOR5	16.200	88.000	0.362
21/02/2014 00:00	16.930	96.110		T1R1	18.910	90.230	0.182		TOR1	17.410	93.110	0.183
21/02/2014 00:00	16.900	96.100		T1R2	18.900	90.200	0.149		TOR2	17.400	93.100	0.218
21/02/2014 00:00	16.950	96.080		T1R3	18.920	90.190	0.163		TOR3	17.400	93.050	0.170
21/02/2014 00:00	16.890	96.110		T1R4	17.980	90.200	0.157		TOR4	17.390	93.100	0.194
21/02/2014 00:00	16.930	96.100		T1R5	17.990	90.190	0.161		TOR5	17.380	93.120	0.200
24/02/2014 00:00	18.800	77.000		T1R1	19.590	88.890	0.190		TOR1	18.020	89.000	0.143
24/02/2014 00:00	18.820	77.100		T1R2	19.600	88.900	0.169		TOR2	18.000	89.000	0.190
24/02/2014 00:00	18.790	77.080		T1R3	19.590	88.910	0.179		TOR3	18.010	89.050	0.177
24/02/2014 00:00	18.800	77.020		T1R4	19.610	88.900	0.189		TOR4	18.010	88.980	0.179
24/02/2014 00:00	18.850	76.980		T1R5	19.600	88.880	0.157		TOR5	18.000	88.990	0.188
26/02/2014 00:00	15.720	85.950		T1R1	17.410	88.950	0.353		TOR1	15.910	91.950	0.356
26/02/2014 00:00	15.700	85.900		T1R2	17.400	88.940	0.327		TOR2	15.900	91.950	0.389
26/02/2014 00:00	15.690	85.890		T1R3	17.390	88.910	0.356		TOR3	15.900	91.990	0.343
26/02/2014 00:00	15.680	85.950		T1R4	17.370	88.900	0.264		TOR4	15.890	91.980	0.302
26/02/2014 00:00	15.700	85.920		T1R5	17.400	88.890	0.404		TOR5	15.900	91.950	0.326

28/02/2014 00:00	18.930	82.830		T1R1	20.800	91.000	0.180		TOR1	19.580	86.000	0.120
28/02/2014 00:00	18.900	82.810		T1R2	20.780	91.040	0.149		TOR2	19.590	86.050	0.144
28/02/2014 00:00	18.910	82.800		T1R3	20.810	90.890	0.161		TOR3	19.600	86.080	0.111
28/02/2014 00:00	18.870	82.790		T1R4	20.790	90.900	0.153		TOR4	19.590	85.990	0.127
28/02/2014 00:00	18.900	82.780		T1R5	20.800	91.000	0.161		TOR5	19.600	86.000	0.132
04/03/2014 00:00	19.700	91.000		T1R1	21.200	94.920	0.286		TOR1	20.100	96.960	0.379
04/03/2014 00:00	19.670	90.800		T1R2	21.210	94.900	0.348		TOR2	20.100	96.950	0.302
04/03/2014 00:00	19.710	91.100		T1R3	21.190	94.900	0.308		TOR3	20.090	96.840	0.319
04/03/2014 00:00	19.720	90.900		T1R4	21.180	94.910	0.231		TOR4	20.080	96.960	0.279
04/03/2014 00:00	19.700	90.780		T1R5	21.200	94.900	0.312		TOR5	20.100	96.980	0.332
07/03/2014 00:00	18.000	87.000		T1R1	20.210	89.970	0.382		TOR1	18.790	86.030	0.302
07/03/2014 00:00	18.100	87.100		T1R2	20.200	89.980	0.315		TOR2	18.800	86.050	0.362
07/03/2014 00:00	17.980	86.980		T1R3	20.210	89.950	0.343		TOR3	18.810	86.090	0.279
07/03/2014 00:00	17.960	86.960		T1R4	20.200	90.000	0.254		TOR4	18.780	85.980	0.320
07/03/2014 00:00	18.000	87.000		T1R5	20.200	89.900	0.339		TOR5	18.790	85.990	0.332
11/03/2014 00:00	18.210	88.070		T1R1	20.010	90.070	0.418		TOR1	18.710	90.000	0.332
11/03/2014 00:00	18.200	88.010		T1R2	20.000	90.000	0.500		TOR2	18.720	90.000	0.274
11/03/2014 00:00	18.100	88.100		T1R3	19.890	90.080	0.387		TOR3	18.700	89.980	0.298
11/03/2014 00:00	18.150	88.000		T1R4	19.900	90.090	0.442		TOR4	17.690	89.990	0.221
11/03/2014 00:00	18.200	88.110		T1R5	20.000	90.000	0.459		TOR5	18.700	90.050	0.296
13/03/2014 00:00	20.840	94.000		T1R1	22.640	92.810	0.247		TOR1	21.620	96.000	0.171
13/03/2014 00:00	20.800	94.050		T1R2	22.650	92.800	0.204		TOR2	21.600	96.000	0.207
13/03/2014 00:00	20.790	94.100		T1R3	22.610	92.820	0.221		TOR3	21.610	95.990	0.161
13/03/2014 00:00	20.800	94.110		T1R4	22.600	92.800	0.164		TOR4	20.590	95.980	0.183
13/03/2014 00:00	20.840	94.000		T1R5	22.700	91.980	0.219		TOR5	20.600	96.000	0.190
15/03/2014 00:00	19.140	92.000		T1R1	20.480	93.190	0.191		TOR1	19.220	96.000	0.168
15/03/2014 00:00	19.100	92.100		T1R2	20.500	93.200	0.146		TOR2	19.210	96.050	0.199
15/03/2014 00:00	19.120	91.980		T1R3	20.490	93.180	0.188		TOR3	19.200	95.990	0.138
15/03/2014 00:00	19.200	91.990		T1R4	20.480	93.210	0.156		TOR4	19.210	95.980	0.199
15/03/2014 00:00	19.000	92.000		T1R5	20.500	93.200	0.200		TOR5	19.210	96.000	0.188
18/03/2014 00:00	18.200	97.000		T1R1	20.110	93.000	0.517		TOR1	19.010	96.000	0.367
18/03/2014 00:00	18.210	96.980		T1R2	20.100	93.100	0.427		TOR2	19.040	96.080	0.439
18/03/2014 00:00	18.180	97.100		T1R3	20.090	93.050	0.463		TOR3	19.000	96.070	0.339
18/03/2014 00:00	18.190	97.050		T1R4	20.000	92.980	0.344		TOR4	19.000	96.000	0.387
18/03/2014 00:00	18.200	97.000		T1R5	20.150	93.000	0.459		TOR5	19.010	95.990	0.403

21/03/2014 00:00	21.050	65.230		T1R1	19.120	87.000	0.224		TOR1	17.410	86.110	0.161
21/03/2014 00:00	21.100	65.200		T1R2	19.100	87.050	0.267		TOR2	17.400	86.100	0.132
21/03/2014 00:00	21.000	65.210		T1R3	19.090	86.950	0.207		TOR3	17.390	86.120	0.144
21/03/2014 00:00	21.000	65.190		T1R4	19.080	86.980	0.236		TOR4	17.420	85.090	0.106
21/03/2014 00:00	21.150	65.180		T1R5	19.100	87.000	0.247		TOR5	17.380	86.100	0.142
24/03/2014 00:00	17.710	79.000		T1R1	18.920	87.000	0.154		TOR1	17.720	86.890	0.135
24/03/2014 00:00	17.700	79.000		T1R2	18.900	87.000	0.179		TOR2	17.700	86.900	0.165
24/03/2014 00:00	17.690	79.100		T1R3	18.890	87.000	0.155		TOR3	17.710	86.910	0.139
24/03/2014 00:00	17.680	79.090		T1R4	18.920	87.050	0.140		TOR4	17.690	86.900	0.129
24/03/2014 00:00	17.700	79.000		T1R5	18.870	87.100	0.149		TOR5	17.700	86.900	0.129
26/03/2014 00:00	17.790	94.000		T1R1	19.210	90.000	0.571		TOR1	18.110	92.000	0.409
26/03/2014 00:00	17.900	94.150		T1R2	19.200	90.100	0.471		TOR2	18.100	92.080	0.490
26/03/2014 00:00	17.800	94.100		T1R3	19.890	90.080	0.512		TOR3	18.120	91.970	0.380
26/03/2014 00:00	17.850	94.050		T1R4	19.900	89.970	0.380		TOR4	18.090	92.000	0.433
26/03/2014 00:00	17.950	94.000		T1R5	19.210	89.980	0.507		TOR5	18.110	91.990	0.461
28/03/2014 00:00	17.670	83.520		T1R1	18.480	91.170	0.276		TOR1	17.220	93.000	0.228
28/03/2014 00:00	17.700	83.500		T1R2	18.500	91.170	0.228		TOR2	17.210	92.970	0.272
28/03/2014 00:00	17.690	83.600		T1R3	18.490	91.160	0.248		TOR3	17.200	92.990	0.212
28/03/2014 00:00	17.800	83.490		T1R4	18.470	91.180	0.183		TOR4	17.190	93.000	0.242
28/03/2014 00:00	17.870	83.400		T1R5	18.480	91.180	0.247		TOR5	17.200	93.040	0.252
01/04/2014 00:00	19.630	80.870		T1R1	18.330	90.000	0.324		TOR1	18.010	91.000	0.295
01/04/2014 00:00	19.700	80.900		T1R2	18.300	89.970	0.267		TOR2	18.000	91.080	0.353
01/04/2014 00:00	19.650	80.880		T1R3	18.310	90.050	0.291		TOR3	18.050	90.090	0.272
01/04/2014 00:00	19.600	80.910		T1R4	18.290	90.000	0.216		TOR4	18.010	91.000	0.312
01/04/2014 00:00	19.630	80.870		T1R5	18.330	90.000	0.288		TOR5	18.000	91.000	0.324
04/04/2014 00:00	20.590	93.000		T1R1	21.400	93.000	0.248		TOR1	21.490	95.130	0.204
04/04/2014 00:00	20.600	93.000		T1R2	21.380	93.000	0.206		TOR2	21.500	95.110	0.245
04/04/2014 00:00	20.550	93.000		T1R3	21.370	93.080	0.223		TOR3	21.480	95.140	0.188
04/04/2014 00:00	20.590	93.100		T1R4	21.400	92.980	0.164		TOR4	21.510	95.100	0.216
04/04/2014 00:00	20.610	93.040		T1R5	21.410	93.000	0.221		TOR5	21.520	95.100	0.224
08/04/2014 00:00	20.600	86.810		T1R1	21.180	87.000	0.274		TOR1	20.940	90.000	0.238
08/04/2014 00:00	20.650	86.900		T1R2	21.190	87.040	0.226		TOR2	20.950	89.990	0.284
08/04/2014 00:00	20.580	86.800		T1R3	21.200	87.000	0.247		TOR3	20.960	90.050	0.221
08/04/2014 00:00	20.600	86.950		T1R4	21.210	86.970	0.183		TOR4	20.940	89.980	0.252
08/04/2014 00:00	20.700	86.810		T1R5	21.200	87.000	0.243		TOR5	20.930	90.000	0.262

11/04/2014 00:00	24.000	78.100		T1R1	18.410	87.000	0.242		TOR1	16.890	83.130	0.190
11/04/2014 00:00	24.100	78.200		T1R2	18.400	87.060	0.200		TOR2	16.900	83.110	0.226
11/04/2014 00:00	24.150	78.000		T1R3	18.390	87.000	0.218		TOR3	16.910	83.130	0.175
11/04/2014 00:00	24.000	78.150		T1R4	18.410	86.980	0.161		TOR4	16.890	83.110	0.200
11/04/2014 00:00	24.100	78.000		T1R5	18.400	86.990	0.216		TOR5	16.900	83.150	0.209
14/04/2014 00:00	19.100	92.040		T1R1	20.690	93.040	0.252		TOR1	19.500	94.000	0.186
14/04/2014 00:00	19.300	92.000		T1R2	20.680	93.000	0.212		TOR2	19.490	93.990	0.220
14/04/2014 00:00	19.000	92.100		T1R3	20.690	93.000	0.204		TOR3	19.500	93.910	0.177
14/04/2014 00:00	19.200	92.080		T1R4	20.710	93.080	0.174		TOR4	19.510	94.000	0.213
14/04/2014 00:00	19.100	92.040		T1R5	20.700	93.000	0.206		TOR5	19.500	93.980	0.209
17/04/2014 00:00	18.210	80.960		T1R1	19.300	92.000	0.239		TOR1	18.100	90.000	0.163
17/04/2014 00:00	18.200	80.900		T1R2	19.320	92.000	0.158		TOR2	18.110	89.990	0.196
17/04/2014 00:00	18.190	80.990		T1R3	19.310	92.080	0.166		TOR3	18.090	90.050	0.185
17/04/2014 00:00	18.150	81.000		T1R4	19.300	92.000	0.140		TOR4	18.080	90.000	0.158
17/04/2014 00:00	18.200	80.880		T1R5	19.290	92.050	0.149		TOR5	18.100	90.020	0.173
19/04/2014 00:00	21.120	79.840		T1R1	21.020	91.000	0.298		TOR1	19.800	94.840	0.174
19/04/2014 00:00	21.100	79.900		T1R2	21.100	91.000	0.181		TOR2	19.790	94.860	0.188
19/04/2014 00:00	21.000	79.800		T1R3	21.000	91.060	0.197		TOR3	19.810	94.900	0.178
19/04/2014 00:00	21.150	79.890		T1R4	20.980	90.980	0.145		TOR4	19.780	94.840	0.168
19/04/2014 00:00	21.090	79.840		T1R5	20.890	90.990	0.145		TOR5	19.800	94.910	0.172
22/04/2014 00:00	20.500	75.000		T1R1	19.880	91.160	0.366		TOR1	18.420	93.840	0.372
22/04/2014 00:00	20.450	75.100		T1R2	19.900	91.150	0.281		TOR2	18.400	93.800	0.290
22/04/2014 00:00	20.550	75.090		T1R3	19.910	91.160	0.292		TOR3	18.410	93.810	0.278
22/04/2014 00:00	20.580	75.000		T1R4	19.880	91.180	0.246		TOR4	18.390	93.850	0.279
22/04/2014 00:00	20.600	75.120		T1R5	18.870	91.000	0.228		TOR5	18.390	93.840	0.299
25/04/2014 00:00	19.750	93.680		T1R1	21.030	94.000	0.331		TOR1	20.120	96.000	0.389
25/04/2014 00:00	19.800	93.700		T1R2	21.100	94.000	0.274		TOR2	20.110	95.990	0.312
25/04/2014 00:00	19.900	93.800		T1R3	21.000	93.990	0.288		TOR3	20.100	96.050	0.246
25/04/2014 00:00	19.850	93.680		T1R4	21.150	93.980	0.305		TOR4	20.090	96.000	0.290
25/04/2014 00:00	19.700	93.700		T1R5	21.040	94.000	0.271		TOR5	20.100	95.980	0.265
28/04/2014 00:00	20.100	95.000		T1R1	21.300	94.190	0.321		TOR1	20.080	96.190	0.227
28/04/2014 00:00	20.080	95.100		T1R2	21.290	94.200	0.305		TOR2	20.000	96.200	0.245
28/04/2014 00:00	20.000	94.980		T1R3	21.310	91.210	0.289		TOR3	20.050	96.210	0.213
28/04/2014 00:00	19.980	95.070		T1R4	21.300	94.190	0.265		TOR4	19.980	96.200	0.172
28/04/2014 00:00	20.100	95.000		T1R5	21.280	94.180	0.246		TOR5	20.080	96.180	0.173

31/04/2014 00:00	18.820	94.880		T1R1	20.600	93.000	0.211		T0R1	19.410	95.000	0.256
31/04/2014 00:00	18.900	95.000		T1R2	20.610	93.080	0.183		T0R2	19.410	95.050	0.225
31/04/2014 00:00	19.000	94.980		T1R3	20.590	93.700	0.211		T0R3	19.400	94.980	0.213
31/04/2014 00:00	18.800	95.000		T1R4	20.600	93.000	0.154		T0R4	19.420	95.000	0.172
31/04/2014 00:00	18.900	94.880		T1R5	20.580	93.000	0.175		T0R5	19.400	94.990	0.173



Foto 1. Ventana cenital diseño Mariposa



Foto 2. Parte superior de un Invernadero con Ventana cenital diseño Mariposa



Foto 3. Cultivar experimental Tomate tipo cherry bajo ventana cenital fija



Foto 4. Cultivar experimental Tomate tipo cherry



Foto 5. Cultivar experimental Tomate tipo cherry bajo ventana cenital fija



Foto 6. Cultivar experimental Tomate tipo cherry bajo ventana cenital fija



Foto 7. Cultivar experimental Tomate tipo cherry bajo ventana cenital fija.



Foto 8. Cultivar experimental Tomate tipo cherry bajo ventana cenital Mariposa



Foto 9. Ventana cenital diseño Mariposa



Foto 10. Cultivar experimental Tomate tipo cherry



Foto 11. Diseños de ventana cenital fija y mariposa



Foto 12. Cultivar experimental Tomate tipo cherry



Foto 13. Cultivar experimental Tomate tipo cherry



Foto 14. Cultivar experimental Tomate tipo cherry



Foto 15. Caja de clima utilizada para la toma de datos de temperatura y humedad



Foto 16. Vista panorámica de ambas ventanas cenitales



Foto 17. Vista panorámica de ambas ventanas cenitales



Foto 18. Vista panorámica de ambas ventanas cenitales.