

ANÁLISIS CLIMÁTICO Y TÉRMICO DEL INVERNADERO PARA CIMAV- UNIDAD DURANGO

Norma A. Rodríguez-Muñoz^{1,3}, Juan Carlos Barragán-Medrano², Jorge Escobedo-Bretado³,
Mario Nájera-Trejo³, Ignacio R. Martín-Domínguez³

1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Cátedras CONACYT, norma.rodriguez@cimav.edu.mx; 2. Instituto Tecnológico de Durango, Departamento Ingeniería Mecánica; 3. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Unidad Durango

Resumen

Se llevó a cabo una propuesta de forma y materiales del invernadero a construirse para el CICERMAD – CIMAV-Durango así como el dimensionamiento de los sistemas de climatización. Se realizó un análisis de comportamiento térmico de un invernadero de 180 m² de superficie, analizándose cuatro formas de invernadero: túnel doble triangular, túnel doble semi-circular, túnel diente de sierra y túnel completo doble. Se utilizaron cuatro materiales de recubrimiento: polietileno de baja densidad (PEBD), policarbonato (PC), policloruro de vinilo (PVC) y vidrio hortícola (VIDRIO). Se realizó una modelación del invernadero y los sistemas de climatización necesarios (calefacción y refrigeración) mediante simulaciones dinámicas con el Software TRNSYS 17, el cual es utilizado para evaluar el sistema completo de forma horaria durante un año típico. Se llevó a cabo un análisis paramétrico para optimizar la forma y material de recubrimiento de la estructura con lo que posteriormente se calcula el consumo energético de cada caso evaluado.

Introducción.

Actualmente la agricultura, además de la producción a campo abierto, se practica en ambientes controlados como lo son los invernaderos. (Burgarin Montoya, 2008). En México existen regiones con condiciones idóneas para el establecimiento de invernaderos, lo que ha provocado un crecimiento sostenido. El desconocimiento de las nuevas tecnologías y la falta de recursos para climatizar los invernaderos han llevado a la mayor parte de los productores con invernaderos de baja y media tecnología a utilizar técnicas rústicas de climatización, provocando daños a la estructura del invernadero y la producción. En el estado de Durango se tiene un clima variable donde en verano se registra un promedio de 31 °C y en invierno un promedio de 1.4 °C (INEGI), provocando que los productores empleen diversas técnicas para poder mantener todo el año una temperatura constante dentro del invernadero donde el uso de combustibles derivados del petróleo es predominante (Antuna, 2015).

Materiales y Métodos.

El invernadero analizado se localiza en la Ciudad de Victoria de Durango ubicada en una región con clima BS (estepa) de acuerdo a la clasificación Köppen. Se realizó un análisis climático de esta región, considerándose parámetros de radiación solar, temperatura media horaria, humedad y velocidad del viento. Los datos climáticos se suministraron en forma de TMY (Typical Meteorological Year) obtenidos del software Meteororm. En la Figura 1 se muestra un análisis climático típico mediante el cual se evalúa la factibilidad de la implementación de un invernadero de acuerdo a temperaturas medias mensuales y radiación solar mensual. El gráfico anterior resulta demasiado simplificado para tomar decisiones de la implementación de invernaderos, al menos en la región de Durango que tiene una variabilidad climática importante a través del año

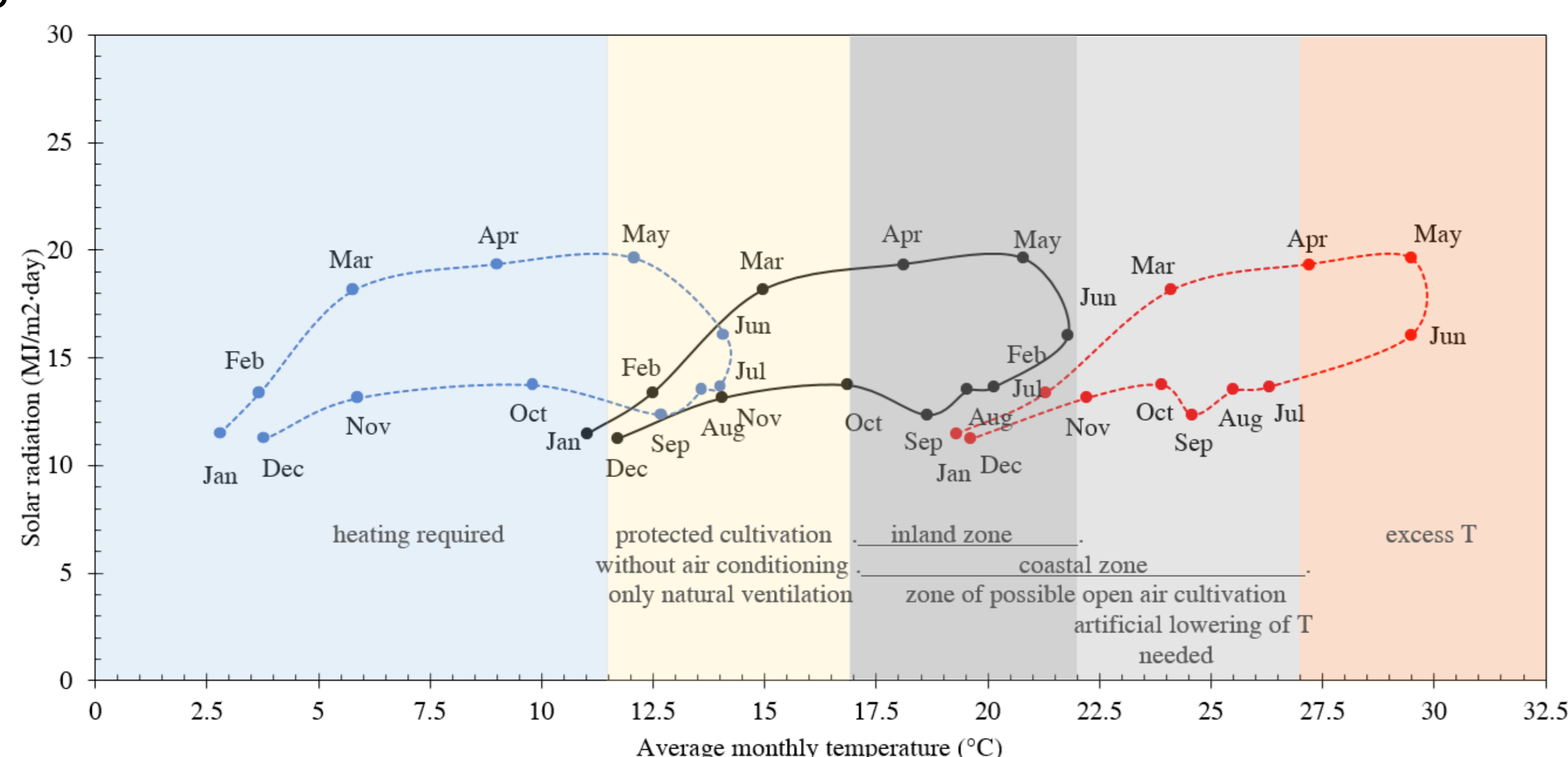


Figura 1. Radiación solar característica vs temperatura de El Pueblito, Durango (CICESE-SMN-CONAGUA). Gráfico adaptado de Nisen, 1988.

En la Tabla 1 se muestran las dimensiones de los invernaderos y volumen, mientras que en la Figura 2 se muestran las formas de invernadero analizadas térmicamente.

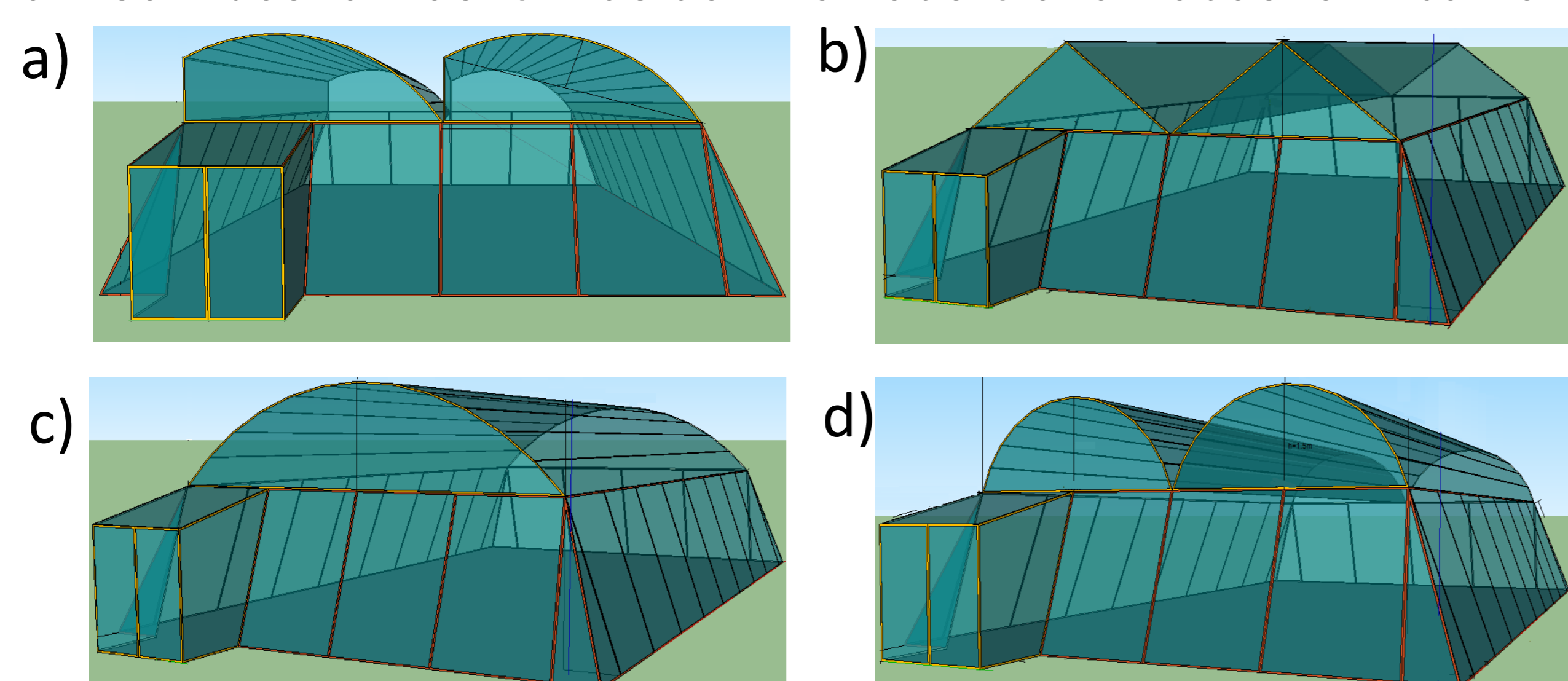


Figura 2. Vista de la forma de los invernaderos evaluados.

De acuerdo a incertidumbre que se genera al tomar decisiones de la implantación de un invernadero basándose en un gráfico simplificado como el de la Figura 1, se propone realizar la simulación de invernaderos de varias formas y materiales de cubierta tomando en cuenta las condiciones climáticas horarias a través del transcurso de un año típico.

Forma	Dimensiones (m)	Volumen (m ³)	Area (m ²)
a) Diente de sierra	3.5 x 18 x 10	528	183
b) Túnel doble triangular	4.0 x 18 x 10	488	
c) Túnel completo simple	4.2 x 18 x 10	541	
d) Túnel completo doble	4.0 x 18 x 10	532	

Resultados.

Considerando condiciones climáticas de la región de El Pueblito, Durango, así como las propiedades térmicas de los materiales constructivos (estructura de metal y cubierta) se obtuvieron los siguientes resultados:

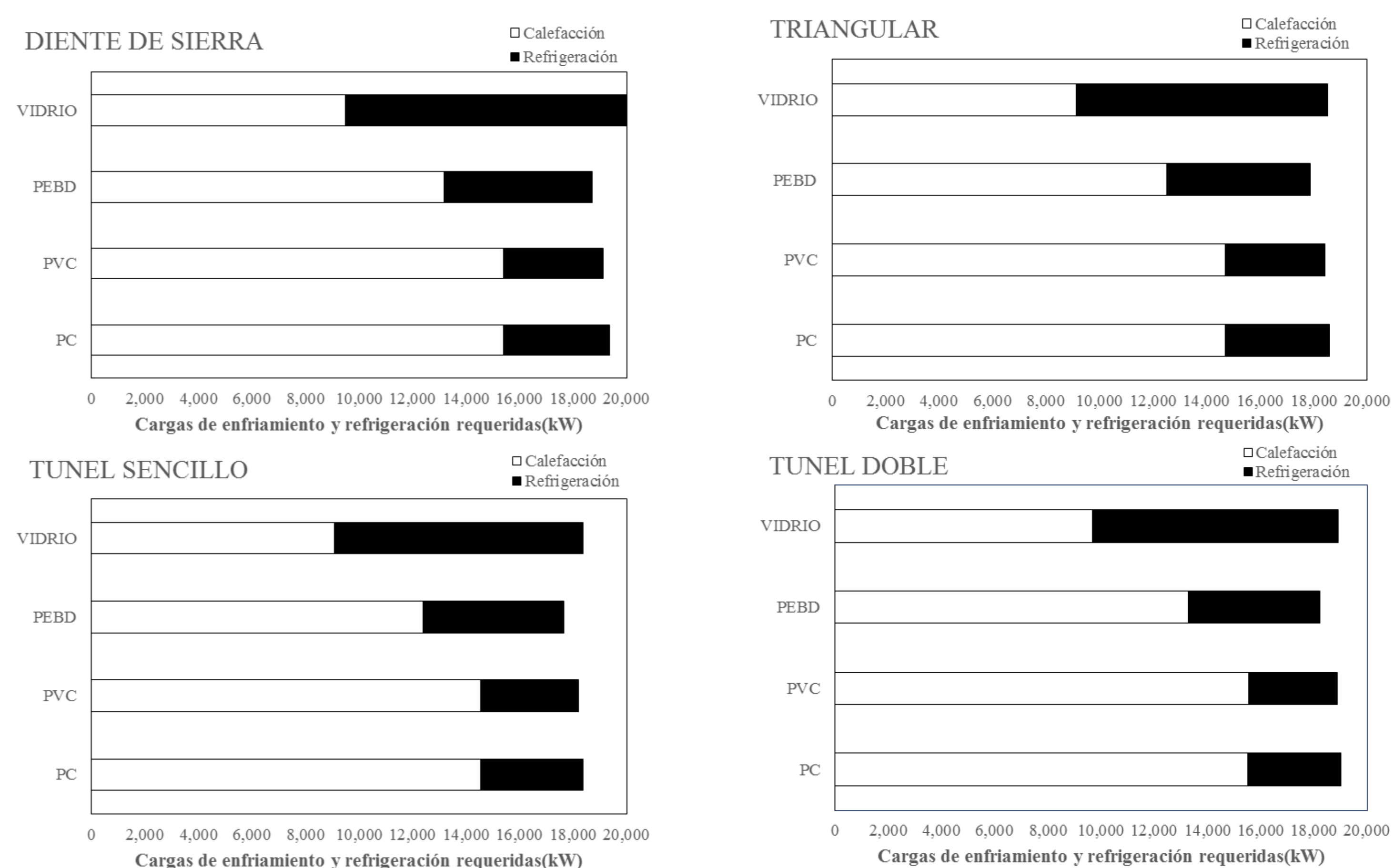


Figura 3. Demanda energética de invernaderos. Análisis de forma.

Conclusiones.

Para todas las formas de invernadero el material de cubierta que requiere menor cantidad de energía para su calentamiento es el vidrio, sin embargo cuando se analiza el consumo energético total anual, el invernadero que requiere menor cantidad de energía es PEBD. El invernadero con cubierta de PEBD consumirá un promedio de 14.5% menos energía para calentamiento que los invernaderos de PC y PVC. Aunque el invernadero cubierto con PEBD consume más energía para refrigeración, éste consume 3.8% menos anualmente. La forma del invernadero que consume menor cantidad de energía es el invernadero de doble túnel, con 6 y 4% menos energía para calefacción y refrigeración respectivamente.

Literatura.

Antuna, M. H. (Abril de 2015). Observaciones directas obtenidas de experiencias prácticas. Durango, Mexico.
Burgarin Montoya, R. (Julio- Septiembre de 2008). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. 8, 26. Nayarit, Nayarit.
INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://rde.inegi.org.mx>

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo económico recibido por parte del: Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (CeMIE-Sol), a través del Proyecto: P13 "Laboratorios de pruebas para baja y media temperatura, laboratorio para el diseño e integración de sistemas termo solares asistido por computadora" Perteneciente a la Convocatoria 2013-02, del: FONDO SECTORIAL CONACYT - SENER - SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA. Para el desarrollo y presentación de éste trabajo.



Congreso Nacional ITVG-2015

AgroNegocios

Tecnología y Conservación

#VamosPorMás

del 28 al 30 de octubre



Conferencias



Exposiciones



Concurso de carteles



#TecPotros



Actividades culturales



Plaza Vizcaya
Gines Vázquez del Mercado 806,
Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo

Costo
estudiantes del ITVG \$300.00
externos \$500.00