

MURO DE BOTELLAS DE PET PARA INCREMENTAR LA INERCIA EN INVERNADEROS PARA CULTIVOS

Alfredo Esteves y Daniel Gelardi,
Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA)
Universidad de Mendoza (UM)
Perito Moreno 2397 - 5501 Godoy Cruz - Mendoza - Argentina
Tel./Fax: 54 (0) 261 4392939 - e-mail: estevesa@infovia.com.ar

RESUMEN

Se presenta el proyecto de un invernadero al que se le adicionan muros de botellas de PET, al estilo de los muros de agua que se utilizan en las viviendas solares pasivas. El PET es un material últimamente muy difundido para la comercialización de bebidas y es no retornable, por lo tanto, pasa a aumentar los desechos en los basurales. Por el contrario aquí se estudia la posibilidad de incorporarlo a los invernaderos con el objeto de incrementar su inercia térmica para mejorar el rendimiento cuando queremos construir un sistema energéticamente eficiente que utilice la energía solar como fuente de calor. Se estudia la forma para alcanzar una relación de mayor eficiencia y se realiza la simulación térmica que indica que al colocar el muro, las temperaturas máximas son 3°C más bajas y las temperaturas mínimas 3°C más elevadas que cuando no se lo coloca, indicando esto una potencialidad interesante para su aplicación en el cultivo protegido.

INTRODUCCIÓN

En las construcciones energéticamente eficientes, en general, se hace uso de la energía solar que llega a las mismas como una manera de aprovechar los recursos existentes en el lugar. Sin embargo, el grado de aprovechamiento de la energía solar depende de las posibilidades en cuanto al costo del sistema de colección y a las posibilidades de superficie colectora y del rendimiento de esta superficie para captar la energía solar. Tabor, 1984 se indica la Relación Solar al factor que se obtiene de dividir la radiación solar incidente sobre la superficie disponible del objeto que queremos energizar, a su superficie. Así en las zonas rurales, donde las necesidades energéticas son de baja densidad, el aprovechamiento de la energía solar se puede lograr con elementos que absorben menor energía específica, es decir, el rendimiento del elemento no necesariamente debe ser elevado. No resulta difícil entonces aprovechar la radiación solar para abastecer las necesidades de energía en estas zonas. Sin embargo, en el caso particular de invernaderos, es necesario contar con materiales de inercia térmica que nos permitan acumular energía solar excedente durante el día y tenerla disponible durante las noches. Por otro lado, el ciclo de los vegetales exigen no solamente disponer de temperaturas apropiadas sino también de un nivel apropiado de energía fotosintéticamente activa que es la que como su nombre lo indica, permite que el mismo pueda crecer y cumplir todo el ciclo vegetativo para obtener los frutos que es el objeto de la explotación.

Con el objeto de proveer inercia térmica y permitir el asoleamiento del invernáculo se ha pensado en trabajar con muros de botellas de PET. El PET es el Pterefalato de Polietileno, utilizado para la fabricación de botellas para llenar y comercializar agua mineral, jugos y gaseosas. Es un material que la fábrica lo descarta y se vende sin permitir su relleno y sin retornar a la fábrica, por lo tanto, constituye un desperdicio que va a engrosar la lista de plásticos que ocupan los basurales, aunque la mayoría de las veces se lo encuentra en la vía pública, aumentando la contaminación.

En un trabajo previo (Esteves, 1999), se ha explicitado sobre las posibilidades en cuanto a su aprovechamiento al ser utilizado en viviendas de alta inercia térmica que podrían construirse a lo largo de la Cordillera de los Andes, donde las amplitudes térmicas del lugar son muy elevadas.

En este trabajo se presenta las posibilidades al incorporarlo dentro de la construcción llenos con agua para que funcione como elemento de inercia térmica absorbiendo energía durante el día para tenerla disponible durante las noches. Se realiza un estudio de la forma eficiente del invernadero y se presenta la simulación térmica realizada con el SIMEDIF (Casermeiro et al, 1984), para determinar las bondades del dispositivo en zonas de alta amplitud térmica como es toda la zona de centro oeste del país.

ESTUDIO DE LA FORMA

Si bien no existen estadísticas para tener una descripción precisa y completa de la evolución y el estado actual de los cultivos protegidos en Cuyo. Los cultivos comerciales más antiguos de los que se tienen referencias, se remontan a 1960. Se trataba de invernaderos de escasa superficie, de estructura metálica con cobertura de vidrio, ubicados en zonas peri-urbanas de Mendoza, para cultivos de rosales. La cobertura plástica se comienza a aplicar a fines de la década del 60, también para la protección del cultivo de flores en las cercanías de los centros poblados, pero siempre en escasa superficie.

Hoy casi la totalidad de los invernaderos tienen estructuras de madera y alambre, con cubierta de polietileno. La forma del mismo puede corresponder al tipo “capilla” (techo a dos aguas) o naves compuestas de varios módulos adyacentes del tipo de “parral modificado” con perfil de diente de sierra. Desde hace unos años, también se están construyendo, para la producción de plantines, túneles altos “walk-in tunnels”, con estructura metálica en arco, también con cobertura de polietileno.

El diseño de las estructuras tipo “parral modificado” ha derivado de las usadas para la conducción horizontal de la vid en la región (parral modificado). Básicamente consiste en postes de madera de 2,50 m de altura, dispuestos en un retículo de 3,50 x 1,50 m, unidos por la parte superior con alambres tensados. Para evitar el flameado de la lámina plástica, los alambres se colocan alternativamente sobre y por debajo de la lámina, de modo que ésta quede perfectamente tensada.

Las construcciones tipo túnel han comenzado a utilizarse en los últimos años, especialmente para la producción de plantines de hortalizas y flores para trasplante con pan de tierra, y en algunos casos para el forzado de cultivos hortícolas. La estructura portante es de caño de acero galvanizado, la que se ancla al suelo sobre bases de hormigón independientes o encadenadas perimetralmente. El ancho del túnel varía entre 4 y 8 m, con una altura máxima entre 2 y 5 m, y un largo, por lo común entre 30 y 60 m.

Con el objeto de estudiar un invernadero de forma energéticamente eficiente y que a la vez, la altura del mismo permita el desarrollo de especies hortícolas en el interior. Tomando en cuenta los conceptos indicados en Esteves, 1997, se ha hecho uso del concepto del Factor de Área Envolvente Piso, para determinar la forma más eficiente del mismo.

La Figura 1 muestra las medidas en planta y en perfil del módulo del invernadero con una forma eficiente, que permite un mejor aprovechamiento de la energía solar incidente y un bajo contacto con el medio ambiente de manera de minimizar las pérdidas de energía durante las noches frías.

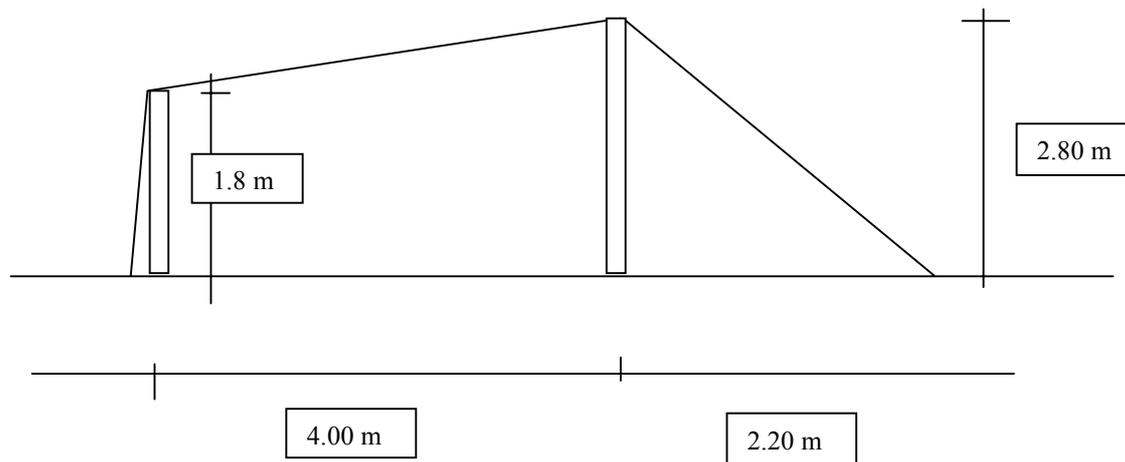


Figura 1: indica el esquema del perfil del invernadero diseñado. El sistema se repite en el largo, conformando módulos de 8 m.

Teniendo en cuenta las construcciones tipo “túnel” que han comenzado a utilizarse recientemente en la región, se ha pensado en un módulo que permita una dimensión libre en el ancho de 4 m y en el largo de 8 m, dimensión que podría extenderse si fuera necesario.

Se ha comparado la forma del mismo con los sistemas posibles de utilizar, es decir, el tipo parral modificado con sección rectangular, de 4 m de ancho y con sección cuadrada de superficie variable y diente de sierra.

La Figura 2 muestra la variación del FAEP para distintas formas de invernadero indicada. Como se puede observar, la forma elegida tiene un menor FAEP para la superficie de piso que cubre respecto de las otras formas, cualquiera sea la superficie cubierta. Esto tiene la ventaja de permitir un asoleamiento más apropiado durante los meses de invierno al tener su cara norte inclinada aproximadamente hacia la posición del sol en el solsticio de invierno.

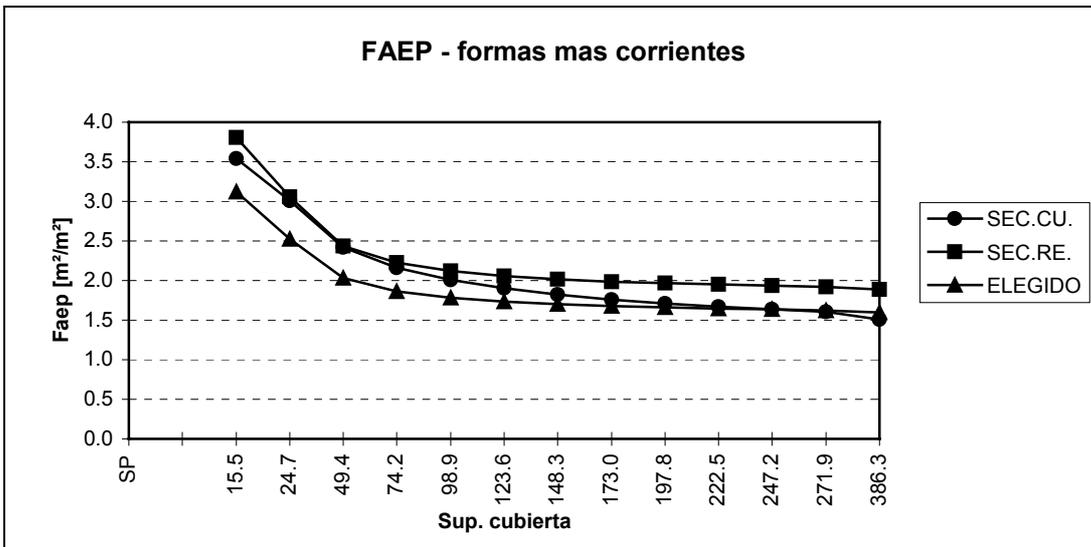


Fig. 2: variación del FAEP para cada diseño de invernadero posible de utilizar.

Con la idea de incorporar inercia térmica se ha proyectado incorporar un muro de botellas descartables de PET, de manera de permitir la acumulación de energía durante el día y la entrega durante la noche al ambiente interior haciendo un uso más eficiente de la energía incidente. El muro de botellas, además, permite una buena iluminación de la zona posterior al muro.

Para probar la eficacia del sistema se ha realizado la simulación térmica para determinar el comportamiento térmico del muro de botellas en el interior del invernadero. Para esto se ha utilizado el SIMEDIF (Casermeiro et al., 1984), permitiendo determinar los valores de la temperatura interior para determinados valores de temperatura exterior y radiación solar. Si bien el programa no ha sido desarrollado para este tipo de construcciones donde existe además una cantidad de energía perdida por evaporación, resulta válido a los efectos comparativos de las posibilidades de la inercia térmica del muro con el agua incorporada.

La misma se indica en la Figura 3. Se ha simulado las temperaturas del mes de Agosto, que es el mes con mayor amplitudes térmicas para la Estación Meteorológica de Mendoza, Aeropuerto. Aquí se ha transcritto el día con temperaturas exteriores de 0 y 17.2 °C como temperatura exterior. La temperatura interior, variará si colocamos las botellas en el sentido longitudinal, es decir con su eje Este-Oeste o si la colocamos en sentido transversal, en sentido Norte-Sur. Se agrega a la simulación el estudio para cuando no tenemos el muro de botellas. Como puede observarse los resultados indican que, para el caso sin botellas, la temperatura máxima es 3°C mayor y la mínima 3°C menor que cuando se incorpora el muro al sistema invernadero. No se nota diferencia cuando la botella se cambia de posición.

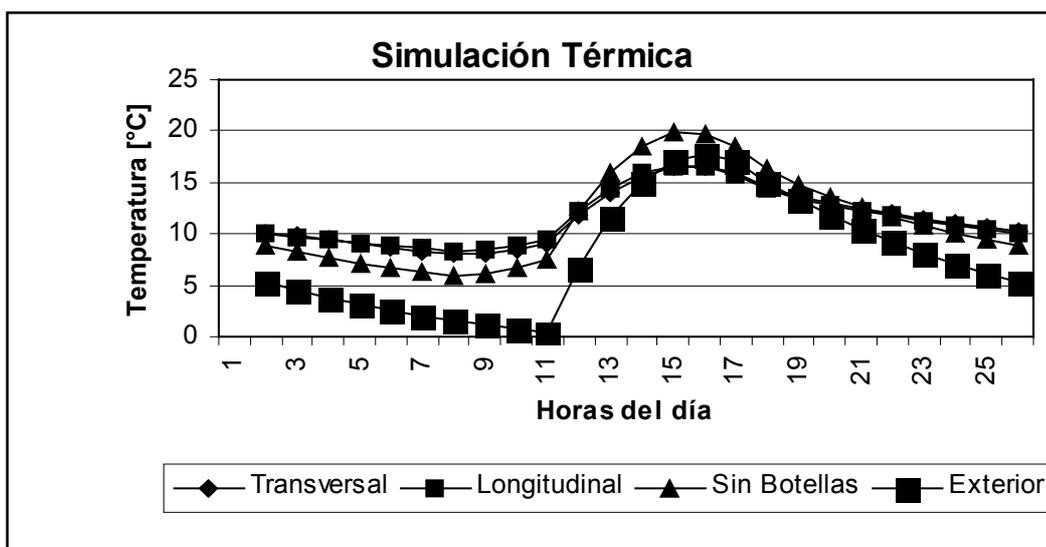


Fig. 3: simulación térmica para un día y para diferentes conformaciones.

CONCLUSIONES

Se demuestra la posibilidad de incorporar elementos de inercia que no dificulten la distribución de energía fotosintéticamente activa que se encuentra en un rango muy similar al espectro visible, se incorpora inercia a través de elementos que de otro modo van a contaminar el espacio del medio ambiente que nos rodea. Esto se debe combinar con estrategias de conservación de energía para mejorar el rendimiento del sistema.

Ya se tienen 200 m² de cubierta energéticamente eficiente ($K = 3.2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) y se están adquiriendo los caños para armar la estructura del mismo. Se pretende en adelante construir el modelo indicado en la Figura 1 y realizar mediciones para corroborar la simulación aquí indicada y determinar así qué cultivos de especies vegetales puedan crecer en este ambiente.

REFERENCIAS

Tabor H.C. 1984. WHY SOLAR ENERGY?. Sunworld.

Esteves A., Gelardi D., Oliva A.L. 1997. "THE SHAPE IN THE BIOCLIMATIC BUILDINGS. THE FAEP FACTOR". Actas del II International Conference for Teachers of Architecture. Florencia, Italia. Pp. 3.12.

Esteves A., Gelardi D. 1999. "VIVIENDAS DE ALTA INERCIA TÉRMICA INTERIOR PARA SU CONSTRUCCION EN ZONAS DE MONTAÑA EN EL CENTRO OESTE DEL PAIS". Enviado a la Revista de IDEARIUM. En Prensa.