

## Examen Autoevaluación

### 1- Elegir la respuesta correcta entre las que se proponen a continuación.

La evaporación de un kg de agua en un invernadero de  $100 \text{ m}^2$  permite compensar una carga solar de  $415 \text{ W m}^{-2}$ :

- (a) Durante 1 segundo.
- (b) Durante un minuto.
- (c) Durante una hora.

Dato: el calor latente de vaporización del agua es  $\lambda \approx 2.5 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

### 2- Algunos materiales plásticos poseen en su estructura radicales carboxilo, o bien estos se aplican durante el proceso de fabricación del plástico. Elegir la respuesta correcta entre las que se proponen a continuación. La aplicación de radicales carboxilo tiene como objetivo:

- (a) Limitar las pérdidas por radiación de longitud de onda larga.
- (b) Evitar que la condensación se produzca en forma de gotas.
- (c) Modificar el espectro de transmisión del plástico en el visible.

### 3- Elegir, entre los sensores que se proponen a continuación, el que utilizaría para medir la radiación global solar interceptada por un cultivo. Dar una explicación razonada de la respuesta.

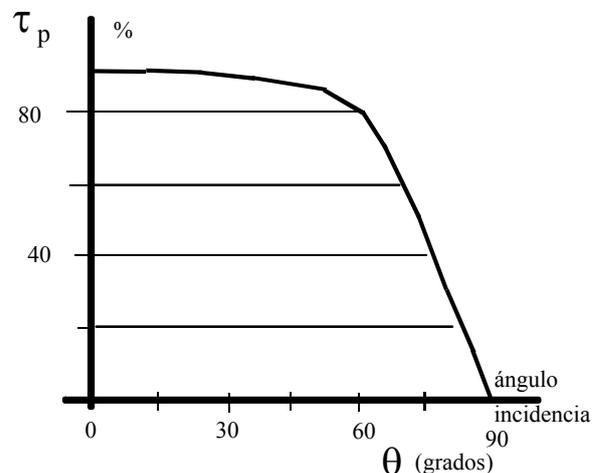
- (a) Un sensor cuántico.
- (b) Un piranómetro.
- (c) Un luxómetro.

### 4- En una determinada localidad, el valor máximo de la altura angular del sol en diciembre es $\beta = 30$ grados. Basándose en la ley de Lambert:

(a) Calcular el coeficiente de transmisión ( $\tau_p$ ) de las paredes de cubierta siguientes:

- Una pared vertical.
- Una pared de invernadero con techo plano.
- Una pared con una pendiente de 20 grados.

(b) Representar en la figura que se adjunta el coeficiente  $\tau_p$  de cada pared en función del incidencia ( $\theta$ ) de los rayos en la pared.

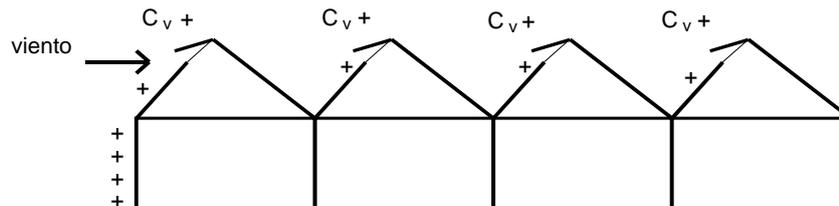


### 5- La eficiencia global de conversión de la radiación global solar en materia seca se puede disociar en un producto de eficiencias específicas de los procesos físicos y fisiológicos implicados en la conversión de materia seca. Explicar lo que representan cada una de estas eficiencias.

### 6- Sea un invernadero con la ventilación cerrada, una humedad relativa del 95 % y una temperatura del aire de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire exterior es de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ y su humedad relativa del 95 %. Elegir la respuesta correcta entre las que se proponen a continuación, basándose en el diagrama psicrométrico:

- (a) Si se abre el sistema de ventilación, la humedad absoluta del invernadero (en  $\text{g kg}^{-1}$ ) aumenta.
- (b) Si se abre el sistema de ventilación, la humedad absoluta del invernadero disminuye.
- (c) La acción sobre el nivel de ventilación solamente afectará la temperatura del invernadero por lo que la humedad absoluta permanecerá constante.

**7- Explicar por qué en el invernadero de la figura que se adjunta (con varios módulos equipados con ventilación cenital única y con las ventanas orientadas a sotavento), el flujo de aire a través de las ventanas no es nulo, a pesar de que los coeficientes de presión,  $C_v$ , tienen el mismo signo y alcanzan el mismo valor en todas las ventanas.**



**8- Una lámpara incandescente emite esencialmente en el amarillo, y un poco en el rojo. Se mide la radiación con un luxómetro, obteniendo un valor de 3000 lux. ¿Cuál es, aproximadamente, su equivalencia en radiación fotosintéticamente activa (PAR,  $\text{W m}^{-2}$ )?**

**9- A partir de una pila de Moll y de un integrador horario, se ha medido durante una hora un valor medio de radiación global solar de  $400 \text{ W m}^{-2}$ .** (i) ¿Cuál es la cantidad de energía recibida durante esa hora por una superficie horizontal de  $1 \text{ m}^2$ ? (ii) Si toda esta energía se utilizase en evaporación de agua, ¿cuál sería la cantidad evaporada por  $\text{m}^2$ ? El calor latente de vaporización del agua es  $\lambda = 2,5 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

**10- Sea un invernadero con sistema NFT (Nutrient Film Technique), donde el agua de riego circula en canaletas y está en contacto directo con el aire.** La temperatura del agua es  $T_{\text{ag}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire es  $T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  y su humedad relativa  $\text{HR}_a = 80\%$ . Se pide:

- Determinar la temperatura de punto de rocío del aire,  $T_r$  ( $^\circ\text{C}$ ).
- Determinar la presión de vapor del aire en contacto con la superficie del agua y la presión de vapor del aire del invernadero.
- Dar una explicación razonada de la influencia que ejerce el sistema NFT sobre la humedad del aire del invernadero.

**11- A partir de las conclusiones que se obtienen en el ejercicio 10, el agricultor decide calentar la solución nutritiva a la temperatura del aire, es decir a  $T_{\text{ag}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .** Recalcular la presión de vapor del aire en la superficie del agua, y deducir cuál es el efecto del sistema NFT sobre la humedad del aire en este caso.

**12- El aire del invernadero ( $T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $\text{HR}_1 = 60 \%$ ) se hace pasar a través de un sistema de tubos enterrados en el suelo y retorna de nuevo al invernadero a  $T_s = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .** A partir del diagrama de psicrométrico determinar:

- (a) Las propiedades del aire después de pasar por el sistema de tubos enterrados.
- (b) La entalpía sensible y la entalpía latente que se extraen al aire del invernadero.
- (c) La cantidad de vapor de agua que se extrae por cada  $\text{kg}$  de aire que pasa a través del sistema de tubos enterrados.

**13- En un invernadero situado en la zona de Cartagena, la transmisión de la radiación global es de 0,50 en invierno y de 0.60 en verano. En el exterior, la integral de la radiación media diaria en el mes de enero es de  $12 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ , y en el mes de julio de  $30 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ . Suponiendo que 60 % de la energía solar que entra en el invernadero se transforma en calor latente, determinar la cantidad de agua evaporada en ambos periodos del año. El calor latente de vaporización del agua es  $\lambda = 2,5 \text{ MJ kg}^{-1}$ .**

**14- En un invernadero con una superficie  $S= 1000 \text{ m}^2$  se quiere controlar la humedad relativa del aire interior con un sistema de nebulización.** Calcular, con los datos que se adjuntan, la tasa de nebulización (en  $\text{g m}^{-2} \text{ suelo s}^{-1}$  y en  $\text{mm h}^{-1}$ ) que hay que aplicar para mantener la humedad del aire interior al 60 % cuando la humedad del aire exterior es del 30 %.

Datos:

- La radiación neta disponible a nivel de la superficie,  $R_n = 500 \text{ W m}^{-2}$
- La tasa de transpiración del cultivo: considerar un cultivo ficticio que transforma en calor latente toda la energía recibida.
- Calor latente de vaporización  $\lambda = (2.5)(10^6) \text{ J kg}^{-1}$
- Temperatura del aire del invernadero,  $T_a = 30 \text{ °C}$ .
- Temperatura del aire exterior,  $T_o = 36 \text{ °C}$ .
- Densidad del aire del invernadero,  $\rho = 1.18 \text{ kg m}^{-3}$ .
- Volumen del invernadero,  $V= 3000 \text{ m}^3$ .

- La tasa de renovación del aire del invernadero es:  $Z=(0.0065)(v) \left(1 - e^{(-0.0210 \text{ RW})}\right)$

donde:

$Z$  (en  $\text{s}^{-1}$ ) = número de veces que el aire se renueva por unidad de tiempo.

$\text{RW}$  (%) = porcentaje de apertura de la ventilación = 60 %.

$v$  = velocidad del viento =  $3 \text{ m s}^{-1}$ .

Nota: tensión de vapor saturante del aire :

$e^*_s = 0.6107 \exp(17.27 T / (T + 237.3))$  en kPa.

con  $T$  = temperatura del aire en  $^{\circ}\text{C}$ .

La relación entre la presión de vapor y la humedad absoluta:  $1 \text{ kPa} \approx 6.06 \text{ g}_{\text{vapor agua}} \text{ kg}^{-1} \text{ aire}$ .