GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO SEPOR

Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua de Riego

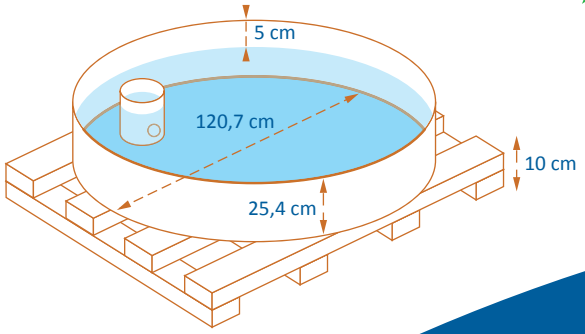
BOLETÍN INFORMATIVO

Uso de la bandeja de evaporación Clase A para la programación del riego

www.sepor.cl

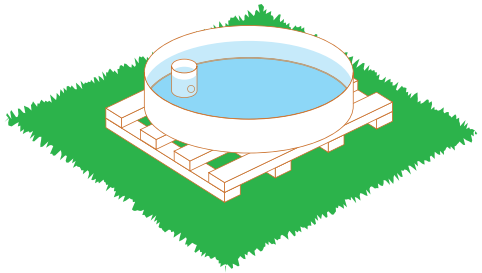
¿Qué es una bandeja de evaporación Clase A?

La bandeja clase A es un estanque ó recipiente cilíndrico de lata galvanizada de 120,7 cm de diámetro y 25,4 cm de altura (ver Figura). La bandeja se coloca sobre apoyos de madera que a su vez descansan sobre el terreno procurando que el fondo de la bandeja quede 10-15 cm por encima del nivel original del suelo. Se debe llenar con agua limpia y se rellena cada cierto tiempo, pro curando que el nivel del agua se mantenga a una distancia del borde que oscile entre 5 y 7 cm.



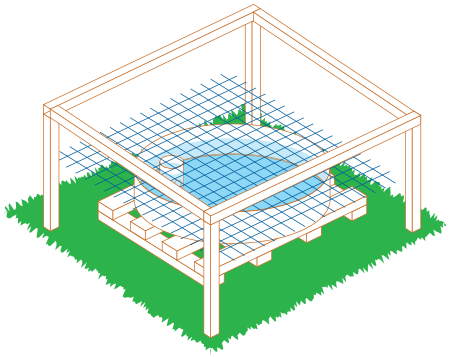
¿Para que sirve?

Sirve para estimar el consumo de agua de las plantas, siendo una buena forma de considerar los factores climáticos que afectan a las plantas como temperatura, radiación solar, velocidad del viento y humedad del aire. Con la bandeja clase A se trata de medir la evaporación del agua y representa la cantidad de agua máxima que se evapora o la cantidad de agua máxima que puede perder una planta (concepto denominado evapotranspiración).



¿Donde se instala la Bandeja?

Debe ser instalada en campo abierto sobre una cubierta de césped mantenida en condiciones de referencia (alfalfa ó festuca de 8 a 15 cm de altura uniforme, de crecimiento activo, bien regado y que cubra totalmente el suelo) evitando la cercanía de árboles o cualquier tipo de construcción que pueda provocar sombreamiento.
La bandeja debe ser pintada de color blanco con algún tipo de pintura resistente a las condiciones climáticas. Además debe ser protegida con un cerco para evitar problemas de utilización del agua por operarios y animales, situación muy corriente en la mayoría de los predios. En el mismo sentido, se debe cubrir la superficie de la bandeja con una rejilla para evitar la acción de los pájaros.



Bien instalada

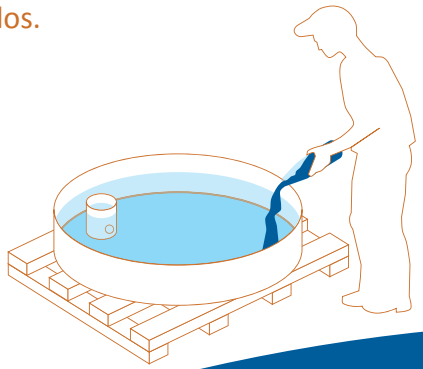
Mal instalada

¿Cómo se mide la evaporación desde la bandeja Clase A?

Para medir la altura de agua evaporada se debe marcar primero un determinado nivel de agua al interior de la bandeja. Una alternativa es utilizar un pozo fijo de medición, estructura cilíndrica que posee una aguja metálica en su interior cuya punta se fija como nivel (ver figura). Utilizando envases de 1 y 0,1 litro cada día se vuelve a llenar hasta nivel, contando la cantidad de litros de reposición. Según las dimensiones de la bandeja 1,14 litros de llenado equivalen a 1 mm de evaporación en el estanque. Por lo tanto, si se ha vertido tres veces el envase de 1 litro y 2 veces el envase de 0,1 litro para recuperar el nivel significa que la evaporación diaria fue de 3,2 litros lo que equivale a 2,8 mm evaporados.

La evaporación debe medirse todos los días a la misma hora y por la misma persona (generalmente esta operación la realiza el encargado del riego)

Nota: para mantener limpia el agua de la bandeja se recomienda cambiarla cada 2 a 3 semanas (mientras permanezca limpia se puede extender el período de recambio). Otra consideración importante al momento de cambiar el agua de la bandeja es agregar 2 a 2,5 litros de cloro para evitar el crecimiento de algas. El nivel del agua debe lograrse con estos productos ya incorporados.



Estimación de la evapotranspiración de referencia (ETr) usando la bandeja de evaporación Clase A:

Para determinar la evapotranspiración de la cubierta vegetal de pasto basta conocer la evaporación expresada en mm/día, corrigiendo este valor por un coeficiente de bandeja (Kb) basándose en la siguiente expresión:

ETr = EB* Kb

donde:

ETr = evapotranspiración de referencia (mm/día)

EB = evaporación de bandeja (mm/día)

Kb = coeficiente de bandeja

El coeficiente de bandeja (Kb) de pende principalmente de las carac terísticas del viento y humedad relativa del sector, además de la ubicación de la bandeja en la cubierta de pasto (ver Cuadro 1)

(Cuadro 1.)

	Humedad Relativa (%)														
				40			60			80			100		
U	D(m)			D(m)			D(m)			D(m)			D(m)		
(km/día)	10	50	100	10	50	100	10	50	100	10	50	100	10	50	100
50	0,57	0,62	0,67	0,65	0,70	0,75	0,72	0,77	0,82	0,78	0,82	0,87	0,83	0,87	0,91
100	0,56	0,60	0,65	0,64	0,69	0,74	0,71	0,75	0,80	0,77	0,81	0,86	0,81	0,85	0,90
200	0,53	0,58	0,63	0,62	0,66	0,71	0,68	0,73	0,78	0,74	0,78	0,83	0,78	0,82	0,86
300	0,51	0,56	0,61	0,59	0,64	0,69	0,66	0,70	0,75	0,71	0,75	0,80	0,75	0,79	0,83
400	0,49	0,53	0,58	0,57	0,61	0,66	0,63	0,67	0,72	0,68	0,72	0,77	0,71	0,75	0,80
500	0,46	0,51	0,56	0,54	0,59	0,64	0,60	0,65	0,70	0,65	0,69	0,74	0,68	0,72	0,77
600	0,44	0,48	0,53	0,52	0,56	0,61	0,58	0,62	0,67	0,62	0,66	0,71	0,65	0,69	0,74
700	0,41	0,46	0,51	0,49	0,53	0,59	0,55	0,59	0,64	0,59	0,63	0,68	0,62	0,66	0,70
800	0,39	0,43	0,48	0,47	0,51	0,56	0,52	0,57	0,62	0,56	0,61	0,65	0,59	0,63	0,67

D = Distancia desde la bandeja hasta el borde de la cubierta vegetal de pasto (m)
U = Velocidad del viento (Km/día)

Ejemplo

• Calcular la evapotranspiración de referencia (ETr) utilizando los siguientes datos:

EB = 7 litros/día
D = 50 m
Humedad relativa = 40 %
U = 200 Km/día

• Evaporación de bandeja (EB)

1,14 litros equivalen a 1 mm de evaporación en el estanque. Por lo tanto:

EB = 7 litros/día = 7 / 1,14 = 6,1 mm/día

• Cálculo del coeficiente de bandeja (Kb)

Buscando la intersección entre Humedad relativa, D y U (en el Cuadro anterior) el coeficiente Kb es 0,66

• Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETr)

ETr = EB * Kb = 6,1 * 0,66 = 4 mm/día

Ejemplo de programación del riego en maíz usando bandeja de evaporación Clase A

Para programar el riego en maíz (y en cualquier otro cultivo) es requisito fundamental estimar tanto **el agua que consume el cultivo de maíz** o su evapotranspiración, y **la cantidad de agua que puede almacenar el suelo** explorado por las raíces del cultivo. **Para determinar el consumo de agua** del maíz se puede utilizar la bandeja de evaporación clase A, midiendo todos los días la evaporación directa de agua desde la bandeja. Con éste método, la cantidad de agua consumida por el cultivo de maíz ó evapotranspiración real, se determina multiplicando la evapotranspiración de referencia (ETr) por un coeficiente de cultivo (Kc) que es propio para el cultivo de maíz según el estado de desarrollo en que se encuentre. Por lo tanto, la fórmula a utilizar para estimar el consumo de agua real del maíz utilizando bandeja de evaporación clase A, queda:

$$ET_{real} = EB * Kb * Kc$$

Donde:

ETreal = evapotranspiración real ó consumo de agua real del cultivo (mm/día ó mm/mes)
EB = evaporación de bandeja (mm/día ó mm/mes)
Kb = coeficiente de bandeja
Kc = coeficiente de cultivo

El Kc representa la demanda de agua del cultivo durante la temporada. En la medida que el cultivo se desarrolla y crece, la demanda de agua aumenta, variando a lo largo de la estación de crecimiento desde valores muy bajos al inicio del período de desarrollo, hasta alcanzar un máximo en la etapa de máximo desarrollo vegetativo y disminuir luego hacia el período de maduración.

De esta manera es posible estimar la demanda de agua del maíz a partir de la lectura de evaporación diaria desde una bandeja de evaporación Clase A. El procedimiento para utilizarla consiste en generar un registro (ver cuadro final con ejemplo aplicado) de la información diaria registrada desde la bandeja, y combinarla con antecedentes de coeficiente de cultivo Kc asociado al periodo fenológico en que se encuentre el maíz. Junto con ello se debe determinar **la cantidad de agua que puede almacenar el suelo** en la zona de raíces del cultivo, lo que puede estimarse a través de las propiedades físico-hídricas del suelo (capacidad de campo, punto de marchitez permanente y umbral crítico de riego) las cuales difieren para cada tipo de suelo (arcilloso, arenoso, franco, etc).

Por lo tanto, cada día se descuenta la evapotranspiración real producida, del agua disponible del suelo, hasta que se alcanza el valor umbral determinado, donde debe regarse con un volumen similar al perdido, más lo requerido adicional por concepto de eficiencia del método de riego utilizado, para compensar el agua que se pierde.

Ejemplo de Programación del riego en maíz

Suelo: Franco arcilloso

Retención de humedad: 84 mm

Profundidad de raíces: 50 cm

Umbral de riego: 40%

CC: 186 mm

Contenido de humedad mínimo: 50,4 mm

PMP: 102 mm

Agua a reponer en cada riego: 33,6 mm1

Día	Évaporación de bandeja (mm)	Coeficiente de bandeja (Kb)	ETr (mm)	Coeficiente de cultivo (Kc)	ETreal (mm)	Agua en el suelo (mm)	Riego a aplicar (mm)
10	2,5	0,75	1,8	0,95	1,7	58,6	
11	3,3	0,75	2,5	0,95	2,3	56,3	
12	3,5	0,75	2,6	0,95	2,4	53,9	
13	3,4	0,75	2,5	0,95	2,3	51,6	**33,6***
14	3,5	0,75	2,6	0,95	2,4	81,6	
15	4,6	0,75	3,4	0,95	3,2	78,2	
16	5,2	0,75	3,8	0,95	3,6	75,5	
17	4,2	0,75	3,1	0,95	2,9	74,2	
18	5,5	0,75	4,1	0,95	3,9	70,3	
19	5,1	0,75	3,8	0,95	3,6	68,2	
20	5,2	0,75	3,9	0,95	3,7	65,6	
21	5,5	0,75	4,1	0,95	3,9	62,7	
22	5,5	0,75	4,1	0,95	3,9	59,5	
23	4,9	0,75	3,6	0,95	3,4	56,9	
24	5,6	0,75	4,2	0,95	3,9	54,7	
25	6,0	0,75	4,5	0,95	4,2	52,1	**33,6***
26	6,0	0,75	4,5	0,95	4,2	79,8	

1 Cada mm corresponde a 1 litro de agua por m2. Por lo tanto en 1 hectárea cada mm corresponde a 10 m3

* En la práctica el umbral de riego estimado (50,4 mm) no siempre calza con lo que sucede de acuerdo a la ETreal

COMISION NACIONAL DE RIEGO
DIRECCIÓN
Alameda 1449. Piso 4, Santiago-Chile
(Metro Moneda)
Web: www.cnr.cl

HORARIOS DE ATENCIÓN
De Lunes a Jueves de 9:00 a 18:00hrs
y Viernes de 9:00 a 17:00hrs.

La Comisión Nacional de Riego ha habilitado la Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS), la cual puede ser contactada mediante las siguientes vías:
Teléfono: (56-2) 4257908 - e-mail: cnr@cnr.gob.cl

El presente documento constituye un material de divulgación preparado por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNIVERSIDAD DE TALCA.
Campus Talca, Avenida Lircay s/n, teléfono 71-200426, Talca.
“Permitida su difusión total o parcial, citando la fuente”

www.citrautalca.cl