

# CALCULO POR ORDENADOR DE LAS NECESIDADES DE RIEGO EN UN INVERNADERO

Por

\*Samuel Túnez  
\*Inmaculada García  
\*\*José Rodríguez

## INTRODUCCION

La aplicación de la Electrónica, la Informática y las Telecomunicaciones a la Agricultura y a la Ganadería con el fin de mejorar la productividad en el sector primario, es una rama de la técnica en desarrollo y con un gran futuro que se ha denominado *Agrónica*.

El sector de invernaderos está adoptando desde hace tiempo las nuevas tecnologías electrónicas que permiten la optimización de las variables que afectan a los cultivos tales como riego, temperatura, humedad, luz, nutrientes del suelo, etc.

La agricultura intensiva bajo plástico de nuestra provincia es diferente a la de invernaderos tal como se entiende en el norte de España o en Europa, donde es conveniente y a veces necesario un control sobre todas las variables agronómicas fundamentales. Aquí, el sol, la arena y una cubierta de plástico en una especie de abrigo son suficientes para obtener productos y cosechas como los de los invernaderos antes mencionados. Así, sin llegar a plantear la necesidad de un control total sobre nuestros invernaderos, sería acertado aplicar a éstos las nuevas tecnologías sobre todo en:

- *Simulación* por ordenador del comportamiento de suelos y medio ambiente.
- *Automatización* de las variables que influyan en los cultivos y creación de *bases de datos* accesibles para los agricultores.
- *Control y automatización* en la manera que sea posible de riego, abonado y entorno ambiental.

Por otro lado, la escasez de recursos hídricos en el Campo de Dalías está siendo el principal factor limitante del crecimiento de la superficie bajo plástico y por tanto del desarrollo económico de nuestra provincia. Para algunas empresas punteras de la agricultura almeriense ha sido un auténtico varapalo ya que su rentabilidad y competitividad se ven amenazadas.

---

\*Colegio Universitario de Almería.

\*\*Instituto de Formación Profesional de Almería.

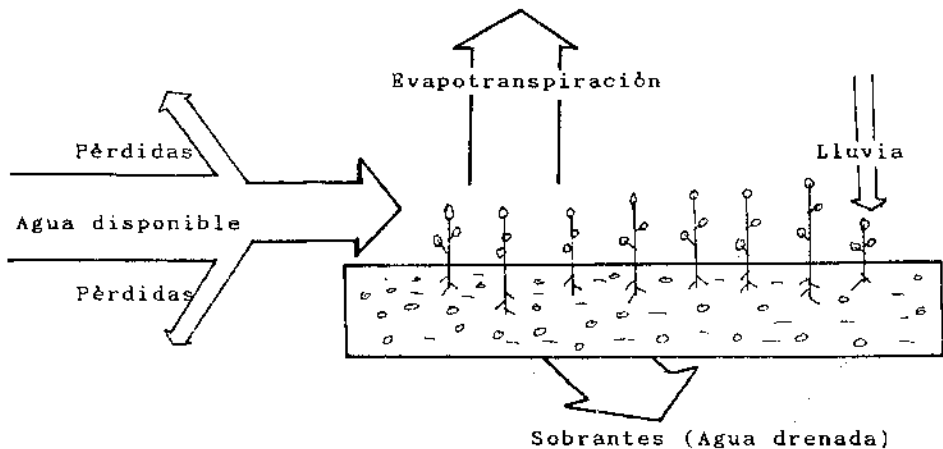
Ante este problema, queda claro que el agua que tenemos hay que gastarla de un modo óptimo, para lo cual es imprescindible racionalizar al máximo el aporte de agua a los cultivos y así evitar los derroches que día a día se llevan a cabo en la casi totalidad de nuestros invernaderos.

El presente trabajo tiene por objeto determinar con precisión y rapidez las necesidades de agua de los cultivos más representativos de Almería, tanto dentro como fuera del invernadero. Mediante un programa de ordenador, cualquier profano en el tema puede saber el aporte de riego que necesita su cultivo con sólo saber escribir a máquina con dos dedos y responder a unas cuantas preguntas que aparecen en la pantalla del monitor.

Con esta aplicación no creemos que se resuelva el problema anterior; pero es una forma de calcular el riego que necesitan los diferentes cultivos e ir almacenando dicha información para que sirva de referencia en futuras cosechas.

## METODOLOGIA

El diagrama siguiente muestra cómo se distribuye el agua disponible para el riego. Una pequeña parte se pierde por evaporación y fugas antes de llegar a la planta. El agua restante junto con las aportaciones debidas a la lluvia, ya sea directamente o al penetrar por las perforaciones del plástico del invernadero, es la que se le suministra al cultivo. Esta debe cubrir las necesidades por la *evaporación* y la *transpiración o evapotranspiración (ET)* del cultivo. Además, hay pérdidas por el suelo correspondientes a los sobrantes de agua. Son estas pérdidas las que se deberían evitar realizando un riego óptimo.



Para el cálculo del riego de un cultivo hay que tener en cuenta las necesidades mínimas sin que implique mermas en la producción. Estas necesidades están relacionadas directamente con la evapotranspiración (ET) de dicho cultivo.

Entre los diversos métodos de cálculo de la evapotranspiración (Blaney-Criddle, Penman, Radiación, Priestley-Taylor, etc.) se ha escogido el de Evaporímetro de Cubeta por dos razones: 1º Disponibilidad de datos de evaporación de varios años tomados en la zona. 2º Simplicidad de cálculo.

El método de trabajo consiste en medir la evaporación diaria en un tanque de dimensiones normalizadas (Clase A). El consumo de agua de un cultivo se puede estimar con precisión por el producto de la evaporación del tanque (EPAN) por un coeficiente específico (K) de cada cultivo y del estado fenológico en que dicho cultivo se encuentre.

La determinación de los coeficientes K se hace experimentalmente. Para ello es necesario contar con lisímetros, un volumen aislado de suelo donde se cultivan plantas y donde se pueden medir los aportes hídricos y los lixiviados por drenaje. El consumo de agua (ETc) se calcula por la ecuación de continuidad:

$$ETc = \text{agua aportada} - \text{agua drenada.}$$

Si durante el mismo período de tiempo en que se mide el consumo de agua se toman los datos de evaporación en tanque, se puede calcular el coeficiente K del cultivo en estudio:

$$K = \frac{ETc}{EPAN}$$

Los coeficientes de cultivo dentro de un invernadero con suelo enarenado que utiliza el programa de cálculo han sido obtenidos en la Estación Experimental Las Palmerillas de la Caja Rural de Almería. Como son el resultado de un trabajo experimental, la precisión del cálculo será mayor cuanto más se asemeje el invernadero que se quiera regar a aquél donde se obtuvieron los coeficientes experimentales.

Para cultivos fuera de invernadero se deben utilizar datos de evaporación medidos en el exterior. En este caso, los coeficientes de cultivo que utiliza el programa son los de la literatura, ya que no se cuenta con coeficientes específicos calibrados para la zona costera de Almería.

## DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE CALCULO

Se ha desarrollado un programa cuyo objeto es el cálculo de las necesidades de riego de un cultivo teniendo en cuenta la evaporación media y las necesidades de la planta según su desarrollo.

El programa es totalmente interactivo a través de un menú principal y de los correspondientes submenús que facilitan el acceso a las diferentes funciones por personas no técnicas. El proceso se puede dividir en tres partes:

**Datos de evaporacion.**— Se pide al usuario que introduzca la evaporación en el orden de fechas crecientes, las cuales se comprueban por una subrutina que tiene en cuenta los días de cada mes y los años bisiestos. También se dispone de opciones de listado y modificación.

**Datos de cultivo.**— Además de la introducción y eliminación de cultivos, permite listar los datos de los cultivos almacenados.

**Consumo de agua.**— Presenta en pantalla la lista de los cultivos existentes en disco. Una vez elegido el deseado se piden al usuario las fechas de plantación, último riego y actual. Con estos datos se calcula la cantidad necesaria de agua a partir de los datos de evaporación y de cultivo previamente almacenados. Además, se preguntan las condiciones de riego para efectuar las correcciones necesarias al consumo de agua.

El trabajo ha sido desarrollado en una microcomputadora Apple II con lenguaje BASIC Applesoft. Los coeficientes de cultivo empleados son los que han actualizado para la región los Servicios Técnicos de la Caja Rural de Almería.

### EJEMPLO DE APLICACION

Como ejemplo de aplicación calcularemos las necesidades de riego para un cultivo de judías de mata baja sembrada en lado sur de un invernadero a dos aguas el día 24-9-84, con riego por goteo con un sistema interlínea de dos puntos de agua por metro cuadrado de suelo y caudal de 2,5 litros/hora por gotero a la presión de 1 Kg/cm<sup>2</sup>

NECESIDADES DE RIEGO EN INVERNADERO POR ORDENADOR

PERIODO	EVAPORACION EN TANQUE DENTRO DE INVERNADERO	COEFICIENTE DE CULTIVO K	CONSUMO (mm)	APORTE EFIC. 80% (mm)	HORAS DE RIEGO
1 al 8-10-84	14.28	0.2	2.85	3.5	0.71
9 al 15-10	19.0	0.2	3.8	4.75	0.95
16 al 22-10	15.9	0.5	7.95	9.93	1.98
23 al 29-10	15.8	0.5	7.95	9.93	1.98
30 al 5-11	14.6	0.7	10.22	12.77	2.55
6 al 12-11	8.82	0.7	6.17	7.72	1.54
13 al 19-11	15.7	0.9	14.13	17.66	3.53
20 al 26-11	12.0	0.9	10.8	13.5	2.7
27 al 3-12	9.9	1.0	9.9	12.37	2.47
4 al 10-12	12.4	1.0	12.4	15.5	3.1
11 al 17-12	10.2	1.0	10.2	12.75	2.55
18 al 24-12	8.02	1.0	8.02	10.02	2.00
26 al 31-12	15.58	0.9	14.02	17.52	3.5
1 al 7-1	9.2	0.9	8.28	10.35	2.07

CONCLUSIONES

Se ha implementado en ordenador el algoritmo que calcula las necesidades de riego de cultivos en invernaderos, siendo éste también aplicable a cultivos exteriores.

Están programadas las tablas de coeficientes para los cultivos más representativos de la zona. Además, la inclusión de un nuevo cultivo se realiza sin dificultad seleccionando las opciones que aparecen en los diferentes menús.

Mediante este programa un agricultor sin conocimientos en informática y sin necesidad de saber las relaciones de coeficientes, puede obtener el agua mínima que necesita el cultivo.

Creemos que esta aplicación se adapta preferentemente al trabajo de un técnico de cooperativas, el cual puede calcular el riego y entregar unas fichas a los diferentes socios. Sin embargo, este trabajo debe ser un primer paso en un estudio más amplio que abarque: a) creación de una *base de datos* que se acople al programa, de forma que fichas, informes y estadísticas se realicen automáticamente, y b) incorporar diferentes procesos de abonado.

**AGRADECIMIENTO.**— Agradecemos los consejos y ayudas prestadas por el Servicio Técnico de la Caja Rural de Almería, en especial a Juan Ignacio Montero, sin los cuales no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

CASTILLA, N.; MONTERO, J.; BRETONES, F.; JIMENEZ, M; GUTIERREZ, E.; MARTINEZ, A y FERERES, E. «Necesidades de riego en los invernaderos de Almería». II Simposio sobre el agua en Andalucía. Granada, marzo 1986.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. (1976). «Las necesidades de agua de los cultivos». Estudios FAO de riego y drenaje.

FUCHS, M. and STANHILL, G. (1963). «The use of class A evaporation pan data to estimate the irrigation water Requirement of the cotton crop». Israel J. Agric. Res. 13 (2):63-78.

GALVAN RUIZ, Jesús. «Agrónica: un futuro prometedor». Mundo Electrónico nº 113, págs. 45-54.

GOMEZ TORAN, P. «La Informática, una herramienta al servicio del agricultor». Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

INCERTIS, F. «Diseño de sistemas de control operando en entornos parcialmente definidos». Centro de investigación IBM. Madrid.

JENSEN, W.C., MIDDLETON, J.E. and DRUIT, W.O. (1961). «Scheduling irrigation from pan evaporation. Washington Agr. Exp. Sta. Cisc. 386, pág. 14.

LABERCHE, M. and STANHILL, G. (1967). «Les irrigations sous abri». INRA B.T.I. 317-318.

MUSARD, M. et DUPUY, M. «Etudes de besoins en eau de la tomate de printemps en serre a l'aide de cases lysimétriques». P.M.M. May 1972.

PRUITT, W.O., LOURENCE, F.J. and VON OETTINGEN, S. (1972). «Water use by crops as affected by climate and plants factors». California Agric. 26:10 págs. 10-14.