

PROGRAMAS DE APLICACIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

¹Barberis J. G., ¹Bombelli E. C., ²Fernández. Long M. E., ²Hurtado R. H.(ex aequo)

¹Introducción a la Informática. ²Climatología Agrícola.
Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
Av. San Martín 4453 (C1417DSE)

barberis@agro.uba.ar - bombelli@agro.uba.ar - flong@agro.uba.ar - hurtado@agro.uba.ar

RESUMEN

Para el estudio de la Climatología aplicada al agro, es necesario estimar expresiones matemáticas y físicas complejas que expliquen la interacción de los procesos atmosféricos y biológicos. Los cuales se pueden automatizar para facilitar la interpretación de los procesos antes citados. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar las características de un software de aplicación utilizado en la enseñanza de la Climatología Agrícola, que estima parámetros tales como: Radiación Astronómica y Global, diferentes metodologías de cálculo de la Evapotranspiración Potencial y el Balance Hidrológico Climático entre otros. El software *Programas de aplicación de Agroclimatología*, realizado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, brinda al alumno la posibilidad de visualizar y analizar los resultados de las distintas variables de forma más expeditiva y amigable, facilitando, además, la comparación de los procesos físicos ambientales, para cualquier localidad de la Argentina.

Palabras clave: Climatología, Programas de aplicación de Agroclimatología.

Introducción

En la actualidad, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) cursan alrededor de 300 alumnos por año la asignatura Climatología Agrícola, correspondiente a la carrera de grado de Agronomía, a los cuales se le suman aproximadamente 50 alumnos más procedentes de otras sedes. Por otro lado la materia que hace unos años era cuatrimestral, pasó a ser bimestral con un total de 8 clases teóricas de dos horas y 8 clases prácticas de 3

horas, en las cuales debe estar incluida la evaluación de los alumnos.

El aumento de la matrícula y la disminución de la carga horaria implementada en el nuevo plan de estudios, llevó a los docentes e investigadores de la Cátedra de Climatología de la FAUBA a incorporar nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento del tiempo durante las clases.

El estudio de las Ciencias Meteorológicas y Climáticas aplicadas al agro, conlleva al alumno a incorporar conocimientos de los procesos matemáticos y físicos de innumerables cálculos necesarios para arribar a los primeros resultados del comportamiento de los procesos atmosféricos y de la interacción entre los mismos y los biológicos. La base de conocimiento teórico y la literatura previa a los trabajos prácticos sobre el tema, hace que el procedimiento matemático se pueda automatizar y hacer fundamental hincapié en el accionar de los procesos meteorológicos y climáticos, y de ese modo llegar a un análisis integral del problema (Fernández Long, *et al*, 2005).

La primer herramienta fundamental en el estudio agroclimático, es el análisis de la principal fuente de energía en los procesos físicos y biológicos que se desarrollan en la superficie terrestre: La Radiación Solar, la cual representa prácticamente la totalidad de la energía que dispone la Tierra, y determinante de los distintos elementos del clima que darán lugar a la aptitud agroclimática de las diferentes regiones.

Para la planificación agrícola es necesario también conocer, la dinámica media del agua en el suelo, por lo que es imprescindible poder estimar el valor de demanda

atmosférica (evapotranspiración potencial), la precipitación media mensual y la capacidad de campo.

En el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) se utilizan cuatro metodologías que van desde las más simples, Thornthwaite, a las más complejas Penman-FAO (1948), pasando por algunas intermedias como Turc (1961) y Hargreaves (1994). Debido fundamentalmente a la gran cantidad de variables intervinientes en cada expresión, resulta imprescindible comprender los alcances y aplicación de dicho cálculo.

En consecuencia, se realizó un programa de cálculo de las variables agroclimáticas más importantes como son: Radiación Astronómica, Radiación Global, Heliofanía Efectiva, Fotoperíodo, Evapotranspiración Potencial por distintos métodos, Balance Hidrológico Climático, Suma de Temperaturas, Horas de Frío y Climatograma; con la finalidad de que el alumno pueda analizar los resultados y sus consecuencias, sin quedarse en la etapa previa de cálculo. El programa ha sido incorporado a partir del año 2005 dentro de la asignatura Climatología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la UBA, siendo utilizado por los alumnos para la realización de los distintos trabajos prácticos.

Descripción del programa

El programa se presenta en un CD de inicio automático (autorun) que lleva a la pantalla principal (Figura 1), desde allí se puede acceder a tres links o directamente salir del mismo. En el primer punto *Como usar el programa* se presentan tres videos explicativos (avi), que instruyen paso a paso el acceso a la información y la utilización del programa en su totalidad. El segundo punto dirige directamente al usuario a las distintas aplicaciones que posee el mismo.

Además, posibilita el trabajo con la base de datos, a través del link *Base de Datos*, que cuenta con información climática de temperatura y precipitación de 117 localidades de la Argentina organizadas por provincias, extraídas de las Estadísticas Climáticas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional del período 1981-

1990, pudiendo agregar, por ejemplo, información de localidades que no se encuentren en ella, como así también las correspondientes a otros períodos.

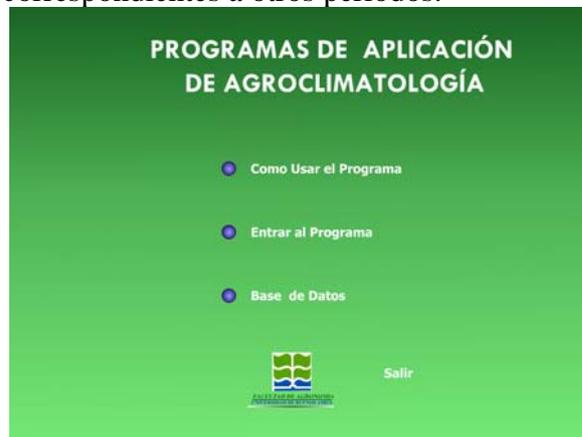


Figura 1: Pantalla de inicio del programa.

El link *Entrar al Programa*, dirige al usuario a la pantalla que se presenta en la Figura 2, donde se encuentran las distintas variables a estimar. En primer lugar, el usuario deberá optar por trabajar con la base de datos contenida en el CD o bien ubicarla en el disco rígido y posteriormente elegir una localidad de una lista desplegable y así calcular cualquiera de los distintos parámetros.



Figura 2: Pantalla con las distintas variables que calcula el programa.

La Figura 3 muestra un informe resultante del cálculo de la *Radiación Astronómica y Global* para los doce meses del año en calorías/cm²día y gráfico la marcha anual de las dos variables permitiendo imprimirlo y/o guardarlo tal como se lo observa.

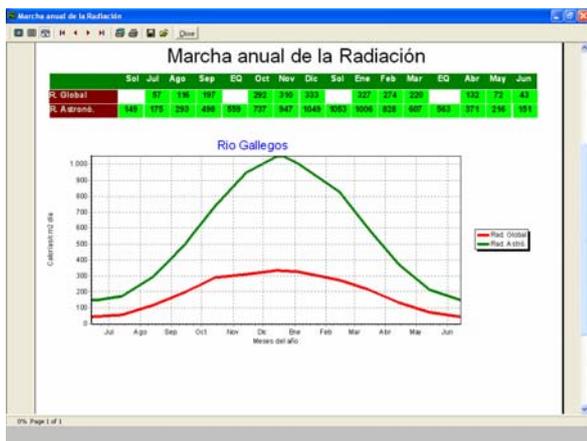


Figura 3: Informe resultante del cálculo de Radiación Astronómica y Global.

La segunda estimación corresponde a la *Heliofanía* y *Fotoperíodo*, para los doce meses del año y presenta los resultados en forma similar al caso descrito anteriormente. Para estimar la evapotranspiración potencial se usa el link *Evapotranspiración Potencial*, que utiliza diferentes metodologías de cálculo, Thornthwaite, Turc, Hargreaves y Penman-FAO; dando la posibilidad al usuario de optar por el método que considere mas apropiado. Para facilitar la comprensión de los resultados el software realiza un gráfico donde se puede observar, para una misma localidad, la marcha de la ETP, por las diferentes metodologías, en función de los meses del año (Figura 4) y de esta manera simplificar el análisis comparativo de los distintos métodos de cálculo.



Figura 4: Cálculo de Evapotranspiración Potencial para Santa Rosa por diferentes métodos de cálculo. Con la metodología propuesta por Thorthwaite y Mather (1955) y modificada por Sierra (1984), se confeccionó el Balance Hidrológico Climático (BHC) para las 117

localidades, con la posibilidad también de ingresar por pantalla datos de una nueva localidad. Se creó un cuadro de lista que permite elegir la capacidad de campo entre valores que van desde 10 a 300 milímetros a intervalos regulares de 10 milímetros.

Para el cálculo del BHC se utilizaron datos de precipitación media mensual para el período 1981-1990, ETP estimada por Thornthwaite a partir de datos de temperatura media mensual y latitud. El Programa trabaja con datos del período 1971-1980, sin embargo se puede actualizar el período, si se trabaja con datos propios. Se realizan dos gráficos, el primero representa la precipitación media mensual, la evapotranspiración potencial media, la evapotranspiración real media mensual y la situación hídrica (Figura 5a), de forma de poder visualizar las áreas bajo las curvas e interpretar el proceso de dinámica de agua en el suelo, fundamental para la planificación agrícola. Además la rápida estimación del BHC, facilita al alumno la comparación de los resultados entre distintas localidades; por otra parte, para una misma localidad se puede variar la capacidad de campo y analizar rápidamente las consecuencias. El segundo gráfico representa la marcha del agua en el suelo a través de las variables acumuladas de excesos más los almacenajes (Alm+Exc), capacidad de campo (CC), punto de marchitez (PM) y sequía condicional (SC), estimados a partir de la CC (Figura 5b). De esta forma el usuario puede determinar claramente los meses del año con problemas de excesos y aquellos en los cuales los cultivos se encontrarían por debajo del PM en promedio para una localidad dada.



Figura 5a y b: Representación del Balance Hidrológico Climático y de la Variación del Agua del Suelo, respectivamente.

A través de las *Horas de Frío*, se estiman tanto las totales como las efectivas, por la metodología de cómputo agrometeorológica (Damario, et al, 1998) que utiliza las temperaturas mínimas medias de los cinco meses más fríos y la media anual.

La *Suma de Temperatura*, calcula la acumulación de energía expresada en °C día sobre un umbral que determina el usuario, y sobre 0° C, 10° C y 15° C. Además estima los grados días acumulados para los cultivos de ciclo invierno-primaverales y para los de ciclo primavera-estivales sobre el umbral fijado.

Por último, realiza un *Climatograma*, el cual da idea de las características climáticas primarias de la localidad en estudio.

Conclusión

La aplicación permite al alumno un rápido manejo de resultados, con posibilidad de realizar numerosas iteraciones con distintas localidades, períodos y variables, de manera de poder analizar los resultados y sacar conclusiones de la variabilidad surgida en las distintas corridas. Estas permiten al docente conducir al alumno a la comprensión integral del tema, en poco tiempo, sin riesgo de quedar en la etapa previa de cálculos y así poder continuar con la etapa de discusión. Si bien el software fue concebido para el área académica, no se descarta la posibilidad de uso por parte de técnicos y profesionales (Hurtado, et al, 2006)

Referencias bibliográficas

- FERNÁNDEZ LONG, M. E.; HURTADO, R. H.; BARBERIS, J. G.; 2005. Programa de cálculo de variables agrometeorológicas para docencia e investigación. Comunicación oral. II Congreso Iberoamericano de EducaRed. Educación y Nuevas Tecnologías. 30 de Junio, 1 y 2 de Julio. Buenos Aires. Argentina.
- HARGREAVES, H.G.; 1994: Defining and using reference evapotranspiration. Jour. Irrig. and drain. Eng. ASCE. n° 120, pp. 1132-1139.
- HURTADO, R. H.; FERNÁNDEZ LONG, M. E.; BARBERIS, J. G.; 2002. Planillas de Cálculo de Balance Hidrológico Climático y Evapotranspiración Potencial. XIII Congreso Brasileiro de Agroclimatología. Santa María – RS. Vol 1. 221-222. 3-7 de Agosto.
- HURTADO, R. H.; FERNÁNDEZ LONG, M. E.; BARBERIS, J. G.; BOMBELLI E, C.; ROITMAN, G. G.; 2006. Programas de Aplicación de Agroclimatología. XI Taller Internacional de Software Educativo. Universidad de Chile. Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento. 5, 6 y 7 de Diciembre. Santiago. Chile.
- PASCALE, A. J.; DAMARIO, E. A.; BUSTOS, C. A.; 1997. Índice de peligrosidad de heladas en frutales. Rev. Facultad de Agronomía 17(1):25:30, Buenos Aires.
- PENMAN, H.L.; 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Royal Soc., London, Series (A) 193: 120-145.
- SIERRA, E. M.; 1984. Procesamiento automático del Balance Hidrológico Seriado. Rev. Facultad de Agronomía, 5 (1-2):115-124.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R.; 1955. The water balance. Publications in Climatology

VIII, (1):104p. Drexel Inst. Of Tech.,
New Jersey. USA.

- TURC, L.; 1961. Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifique et mise a jour. Ann. Agron. 12. p. 13-49.