

Programas de Aplicación de Agrometeorología para Docencia e Investigación

Guillermo Barberis¹, Enrique Bombelli¹, M. Elena Fernández Long¹, Rafael Hurtado¹ (ex aequo)

¹Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

Resumen

Para el estudio de las Ciencias Meteorológicas y Climáticas aplicadas al agro, es necesario estimar procesos matemáticos y físicos para interpretar la interacción de los procesos atmosféricos y biológicos, los cuales se pueden automatizar haciendo énfasis en el análisis de los mismos.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar las características de un software de aplicación utilizado para 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 un rápido manejo de resultados, con la posibilidad de realizar interpretaciones de distintas variables para diferentes localidades, de manera de poder visualizar y analizar los resultados que surgen de las distintas corridas.

Palabras clave: ciencias meteorológicas y climáticas, software de aplicación, programas de aplicación de agroclimatología.

1. 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 en 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 [1].

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. Esta radiación representa prácticamente la totalidad de la energía que dispone la Tierra, factor determinante de los distintos elementos del clima que darán lugar a la aptitud agroclimática de las distintas regiones.

Para la planificación agrícola es necesario también, conocer la dinámica media del agua en el suelo, por lo que es imprescindible poder determinar el valor de demanda atmosférica (evapotranspiración potencial), la precipitación media mensual y la capacidad de campo.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se utilizan muchísimas metodologías que van desde las más simples (Thornthwaite) a las más complejas

(Penman-Monteith), pasando por algunas intermedias como (Turc) y (Hargreaves). Debido fundamentalmente a la gran cantidad de elementos intervinientes en cada expresión, resulta imprescindible comprender los alcances y aplicación de dicho cálculo.

Debido a lo expresado, se realizó un programa de cálculo de las variables agroclimáticas más importantes, 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.

Es importante destacar que en el caso del cálculo de la evapotranspiración potencial y el Balance Hidrológico Climático fueron originalmente concebidos en un ambiente Excel, disponible en su momento en Internet, con la finalidad de que alumnos y técnicos puedan evaluar sus resultados y consecuencias [2].

2. 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 programa.

Por último, posibilita el trabajo con la 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 en el período 1981-1990, pudiendo agregar, por ejemplo, información de localidades que no se encuentren ella.



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 que el mismo calcula.

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 las variables.

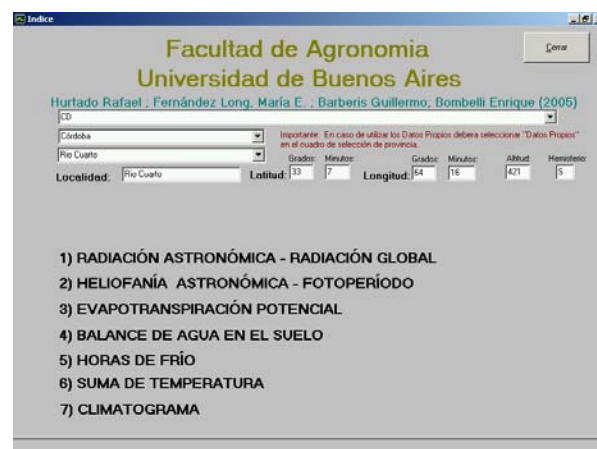


Figura 2: Pantalla con las distintas variables que calcula el programa.

La pantalla que se observa en la Figura 3 es un informe resultante del cálculo de la radiación astronómica y global para los doce meses del año en calorías/cm² día y grafica la marcha anual de las dos variables permitiendo imprimirlo y/o guardarlo tal como se lo observa.

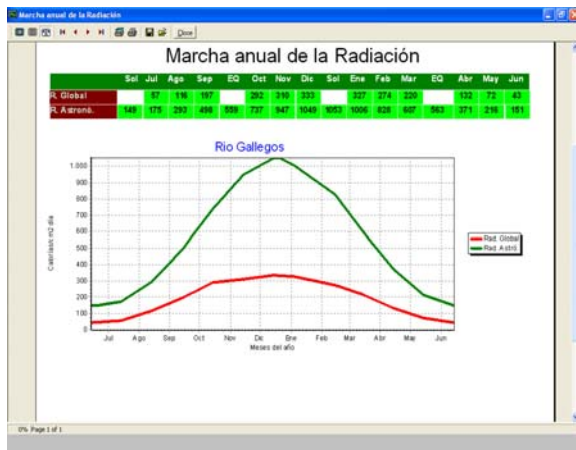


Figura 3: Informe resultante del cálculo de Radiación Astronómica y Global.

Heliofanía y Fotoperíodo, calcula la heliofanía astronómica o duración del día y el fotoperíodo para los doce meses del año y presenta los resultados en forma similar al caso descrito anteriormente.

Para estimar la evapotranspiración potencial se utiliza el link *Evapotranspiración Potencial*, que utiliza diferentes metodologías de cálculo, Thornthwaite, Turk, Hargreaves y Penman-Monteith; 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 la Evapotranspiración Potencial Para Santa Rosa por diferentes métodos de cálculo.

Con la metodología propuesta por Thorthwaite y Mather (1948/1955) [3/4] y modificada por Sierra (1984) [5], se confeccionó el Balance Hidrológico Climático (BHC) para las 117 localidades, con la posibilidad también de ingresar por pantalla datos de una nueva localidad y obtener así los resultados. 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, evapotranspiración potencial estimada por Thornthwaite a partir de datos de temperatura media mensual y latitud.

En algunos casos se trabajó con el período 1971-1980 por no poseer información mas actualizada. 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 y facilitarle al alumno la comparación de los resultados en las 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 variable acumulada 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 punto de marchitez en promedio para una localidad dada.



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

Horas de Frío, calcula las horas de frío totales y efectivas por la metodología de estimación agrometeorológica propuesta por Damario, Pascale y Bustos (1998) [6] que utiliza las temperaturas mínimas medias de los cinco meses más fríos y la media anual.

Suma de Temperatura, calcula la suma de temperaturas sobre un umbral que determina el usuario, y sobre 0° C, 10° C y 15° C. Además calcula 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 el Climatograma para dar una idea de las características climáticas primarias de la localidad en estudio.

Comunicación para la Construcción del Conocimiento. 5, 6 y 7 de Diciembre. Santiago. Chile.

Conclusiones

La aplicación permite al alumno un rápido manejo de resultados, con posibilidad de realizar numerosas iteraciones con distintas localidades 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 [7].

Referencias

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Thornthwaite, C. W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical review. Centerton. 38:55-94.
- [4] Thornthwaite, C. W.; Mather J. R., 1955. The water balance. Publications in Climatology VIII, (1):104 p. Drexel Inst. Of Tech., New Jersey. USA.
- [5] Sierra E. M., 1984. Procesamiento automático del Balance Hidrológico Seriado. Rev. Facultad de Agronomía, 5 (1-2): 115-124.
- [6] Damario, E.A., A.J. Pascale y C. Bustos, 1998. Método simplificado para la estimación agroclimática de "horas de frío" anuales. Rev. Facultad de Agronomía, 18 (1-2): 93-97.
- [7] 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

Dirección de Contacto del Autor/es:

Juan Guillermo Barberis
Av. San Martín 4453 (C1417DSE)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: barberis@agro.uba.ar
sitio web: <http://www.agro.uba.ar>

Enrique Carlos bombelli
Av. San Martín 4453 (C1417DSE)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: bombelli@agro.uba.ar
sitio web: <http://www.agro.uba.ar>

María Elena Fernández Long
Av. San Martín 4453 (C1417DSE)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: flong@agro.uba.ar
sitio web: <http://www.agro.uba.ar>

Rafael Horacio Hurtado
Av. San Martín 4453 (C1417DSE)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: hurtado@agro.uba.ar
sitio web: <http://www.agro.uba.ar>

Juan Guillermo Barberis es Ingeniero Agrónomo, docente de Introducción a la Informática e Introducción a la Programación, investigador en el área informática.

Enrique Carlos Bombelli es Ingeniero Agrónomo, docente de Introducción a la Informática e Introducción a la Programación, investigador en el área informática.

María Elena Fernández Long es Técnica en Hidrometeorología, Magister en Meteorología Agrícola, docente de Climatología Agrícola, e investigadora de la cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas.

Rafael Horacio Hurtado es Ingeniero Agrónomo, docente de Climatología Agrícola, e investigador de la cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas.
