

Software para el cálculo del manejo del riego de algunos cultivos en Guyana

Software for calculating irrigation management of some crops in Guyana



<https://cu-id.com/2177/v33n3e09>

 Esequiel Rolando Jiménez-Espinosa*

University of Guyana, Faculty of Agriculture & Forestry, Guyana.

RESUMEN: Se elaboró el software CIRS (Crop Irrigation Requirement and Scheduling) para el cálculo del manejo de riego de algunos cultivos producidos en Guyana. El lenguaje de programación que se utilizó fue Visual Basic dentro de la plataforma Visual Studio. La interfaz fue diseñada para que el usuario interactúe con el software de manera sencilla. El código del programa se basó en el procedimiento clásico de cálculo del manejo del riego, pero utilizando coeficientes únicos de cultivo ajustados a las condiciones agro-meteorológicas de Guyana, y estimando las propiedades físicas del suelo según la textura, mediante un modelo matemático recomendado para usarlo en el país. Como resultado, se obtienen parámetros de manejo de riego con mayor precisión para satisfacer las demandas de agua de los cultivos agrícolas de Guyana.

Palabras clave: CIRS, Visual Basic, Visual Studio, propiedades físicas, suelo.

ABSTRACT: The software CIRS (Crop Irrigation Requirement and Scheduling) was developed to calculate the irrigation management of some crops produced in Guyana. The programming language used was Visual Basic within the Visual Studio platform. The interface was designed so that the user interacts with the software in a simple way. The program code was based on the classic irrigation management calculation procedure, but using single crop coefficients adjusted to the agro-meteorological conditions of Guyana, and estimating the physical properties of the soil according to texture, by mean a mathematical model recommended for use in the country. As a result, irrigation management parameters are obtained with greater precision to supply the water requirements of Guyana's agricultural crops.

Keywords: CIRS, Visual Basic, Visual Studio, Physical Properties, Soil.

INTRODUCCIÓN

Guyana es un país con abundantes recursos hidráulicos. Según Guyana National Land Use Plan (GLSC-Guyana, 2013), fue estimado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos en 1998, que existe enormes cantidades de agua dulce superficial en gran parte del año (8 meses) a razón de más de 400 00 L/min. Para el caso del agua subterránea, la llanura costera también posee valores de agua dulce disponible mayor a 400 000 L/min.

Sin embargo, debido a los efectos del cambio climático, el país ha sufrido periodos de sequía que han afectado la actividad agrícola. En el segundo semestre de 2023 el país sufrió un periodo de sequía que fue pronosticado por Hydrometeorological Service del Ministerio de la Agricultura, cuando se celebró el 14º Foro Nacional de Perspectiva Climática (NCOF-Guyana, 2023).

Aun así, en la práctica agrícola de Guyana, no es usual darle importancia al manejo de riego por la abundancia de agua dulce. Es por eso que Jiménez-

Espinosa *et al.* (2020), realizó ajustes de coeficientes únicos de cultivo (Kc) para las condiciones agro-meteorológicas de Guyana, con el objetivo de mejorar el manejo del riego. Por otra parte, el mismo autor Jiménez-Espinosa *et al.* (2022) propuso las ecuaciones de Rawls *et al.* (1982) y Saxton *et al.* (1986), para estimar las propiedades físicas de los suelos de Guyana y determinó valores de densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente por la clase textural de USDA (1987) y clasificación general.

Por otro lado, las investigaciones relacionadas con la actividad de riego en Guyana son escasas, por lo que es de crucial importancia establecer herramientas que contribuya a mejorar la gestión de este recurso hídrico.

Basado en lo anterior, este trabajo pretende mostrar el software CIRS (Crop Irrigation Requirement and Scheduling), para el cálculo del manejo del riego, donde se obtienen parámetros más precisos en la satisfacción de las demandas de agua de los cultivos agrícolas de Guyana.

*Autor para correspondencia: Esequiel Rolando Jiménez-Espinosa, e-mail: esequiel.espinosa@uog.edu.gy

Recibido: 11/01/2024

Aceptado: 14/06/2024

El autor de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.

Artículo bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

DESARROLLO DEL SOFTWARE

Metodología para el desarrollo del Software CIRS

El software CIRS fue desarrollado con el lenguaje de programación Visual Basic de la plataforma Visual Studio. El idioma del programa es el inglés y su interfaz fue diseñada para que el usuario interactúe de manera sencilla.

Ventana principal

Posee una presentación y botones que dan acceso al cálculo y a la información del software.

Ventana INPUT DATA

Esta es la parte principal donde el usuario introduce toda la información que se solicita y se realizan todos los cálculos. Ver [Figura 1](#).

En cuanto a la selección de las Regiones de Guyana y del tipo de cultivo, el software posee datos de coeficientes de cultivo ajustados a las condiciones agro-meteorológicas de cada región de Guyana. El ajuste de dichos coeficientes se basó en los ajustes previos realizados por [Jiménez et al. \(2020\)](#), utilizando la metodología del documento FAO 56 ([Allen et al., 1998](#)). En la selección de la clase textural, aparece la clasificación del departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) y una clasificación general. Para ambos casos, el software CIRS establece valores de propiedades físicas de suelos de Guyana, estimados mediante las ecuaciones de [Saxton et al. \(1986\)](#), que fueron recomendadas por [Jiménez-Espinosa et al. \(2022\)](#). En el caso de la humedad de saturación (Θ_s), su valor se multiplicó por la densidad real de $2.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ según [Hillel \(2003\)](#) citado por [González-Barríos et al. \(2012\)](#) para obtener la densidad aparente (ver [ecuaciones 1, 2 y 3](#)).

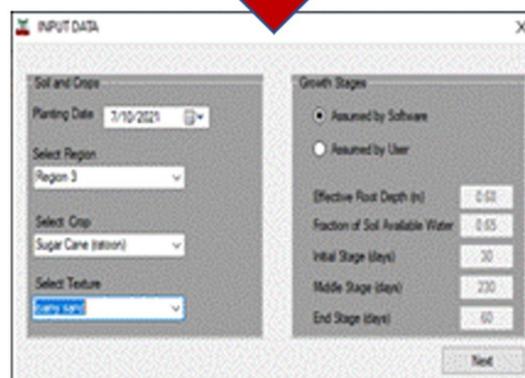
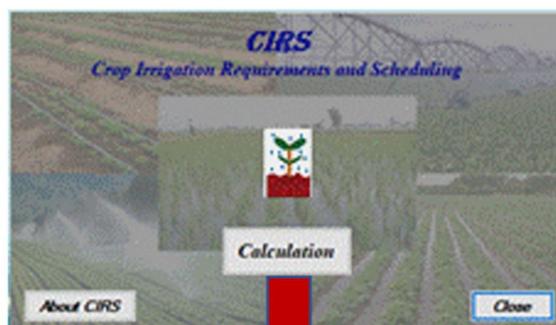


FIGURA 1. Ventana principal y ventana “INPUT DATA” donde se selecciona e introduce la información para el cálculo de los parámetros de riego.

Para el proceso de cálculo de los parámetros de gestión del riego de la mayoría de los cultivos, se determinó las necesidades de riego, Dosis neta, Intervalo de Riego y Dosis neta ajustada para cada etapa de desarrollo del cultivo (Etapas: inicio, medio y final). Para el proceso de cálculo de los parámetros de riego del cultivo del arroz, se utilizó la metodología

Capacidad de campo:

$$\Theta_{33} = \left[\frac{\Psi_{33}/100}{\exp[a + b(\%C) + c(\%S)^2 + d(\%S)^2(\%C)]} \right] \left[\frac{1}{e + f(\%C)^2 + g(\%S)^2(\%C)} \right] \quad [1]$$

Punto de Marchitez Permanente:

$$\Theta_{1500} = \left[\frac{\Psi_{1500}/100}{\exp[a + b(\%C) + c(\%S)^2 + d(\%S)^2(\%C)]} \right] \left[\frac{1}{e + f(\%C)^2 + g(\%S)^2(\%C)} \right] \quad [2]$$

Humedad de saturación:

$$\Theta_s = 1 - (h + j(\%S) + k \cdot \log_{10}(\%C)) \quad [3]$$

donde: %S - porcentaje de arena; %C - porcentaje de arcilla; %Si - porcentaje de limo; OM - materia orgánica en %; BD - densidad aparente; Ψ_{33} - tensión del suelo de 33 kPa; Ψ_{1500} - tensión del suelo de 1500 kPa; $a = -4.396$, $b = -0.0715$; $c = -4.880 \cdot 10^{-4}$; $d = -4.285 \cdot 10^{-5}$; $e = -3.140$, $f = -2.22 \cdot 10^{-3}$; $g = -3.484 \cdot 10^{-5}$; $h = 0.332$; $j = -7.251 \cdot 10^{-4}$ and $k = 0.1276$.

de [Camejo-Barreiro et al. \(2017\)](#) con algunos ajustes en la duración de cada etapa de riego y con la actualización de los datos agro-meteorológicos y de suelos de Guyana. Ver [Tabla 1](#).

Ventana RESULTS

El software arroja dos ventanas. La primera ([Figura 2](#)) muestra los resultados de los parámetros de riego para cada uno de los cultivos, excepto el

arroz. Se muestran los resultados de todos los cálculos desarrollados en la ventana INPUT DATA, teniendo en cuenta las condiciones seleccionadas.

La otra ventana es específica para el cultivo del arroz, donde se muestran cada una de las nueve etapas de riego. (ver [Figura 3](#)).

Finalmente, la [Figura 4](#) resume el funcionamiento del software mediante un diagrama de flujo.

TABLA 1. Etapas para el manejo del riego del cultivo de Arroz

Etapas de riego	Duración (días)	Descripción
Etapas 1	3	El riego se aplica hasta saturar el suelo.
Etapas 2	6	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración
Etapas 3	10	
Etapas 4	11	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración, más una inundación de 5 cm sobre la superficie del suelo.
Etapas 5	23	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración de dique según Dueñas et al. (1981) y Camejo-Barreiro et al. (2017) y un coeficiente de infiltración. De esta manera se mantiene la inundación de 5 cm por encima de la superficie del suelo.
Etapas 6	6	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración. La capa de inundación sobre la superficie del suelo se reduce a 3 cm.
Etapas 7	3	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración. La capa de inundación sobre la superficie del suelo aumenta a 5 cm.
Etapas 8	28	El riego se aplica teniendo en cuenta un coeficiente de infiltración de dique y un coeficiente de infiltración. De esta manera se mantiene la inundación de 5 cm por encima de la superficie del suelo.
Etapas 9	25	

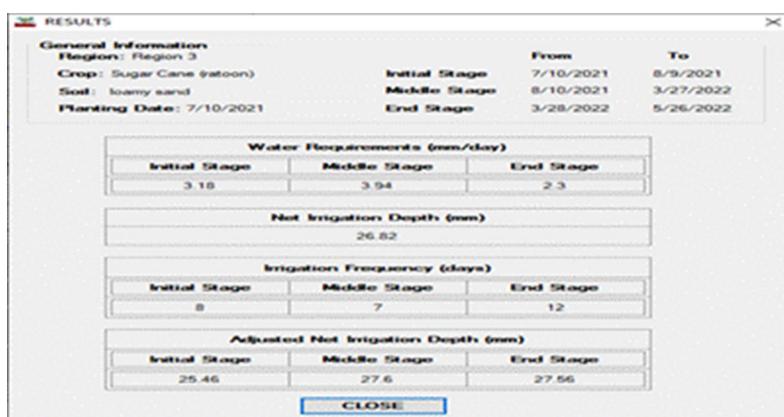


FIGURA 2. Ventana “RESULTS” con los resultados de los parámetros de manejo de riego. (eg. Sugar Cane-ratoon).

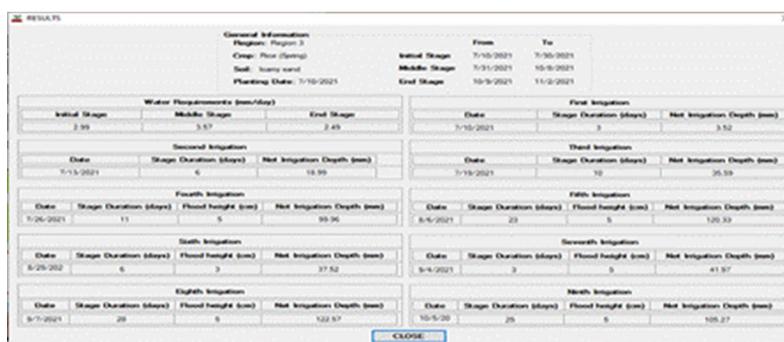


FIGURA 3. Ventana “RESULTS” con los resultados de los parámetros de manejo de riego. (eg. Rice-spring).

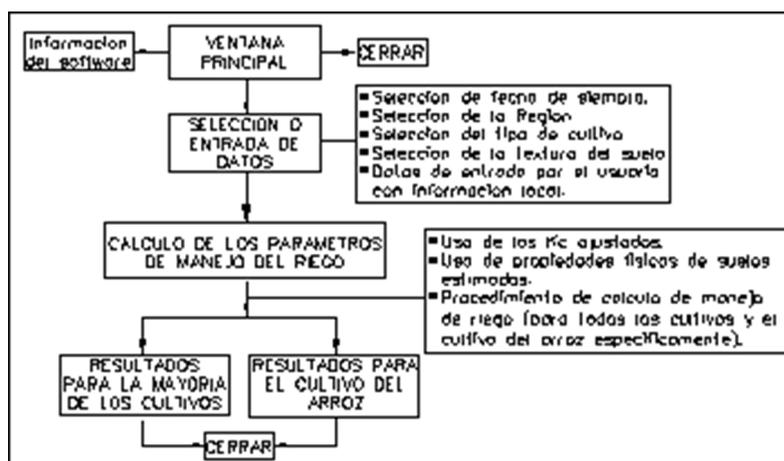


FIGURA 4. Diagrama de funcionamiento del software CIRS.

CONCLUSIONES

- El software CIRS permite determinar los parámetros de riego de manera más precisa, ya que tiene en cuenta coeficientes de cultivo ajustados y valores estimados de propiedades físicas de suelos. Para ambos casos, recomendados para Guyana.
- El software tiene en cuenta las condiciones agrometeorológicas y de suelo de Guyana para calcular la gestión del riego en el cultivo de arroz.
- El software CIRS es de fácil manipulación, seleccionando una opción de cada indicador solicitado. También permite introducir datos en caso de existir información local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. (1998) *Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper*, 56: 300. ISSN: 0254-5293.
- CAMEJO-BARREIRO, L.E.; DUARTE-NARANJO, L.; RIVERÓN-LIMA, A.R. (2017) El riego del arroz (*Oryza sativa*) con limitación de agua en suelos oscuros plásticos del municipio Chambas. *Universidad & Ciencia*, 6: 61-78. ISSN: 2227-2690.
- DUEÑAS, G.R.; ASSENOV, M.D.; ALONSO, R.N.: *El Riego*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1981.
- GLSC-GUYANA: *Guyana National Land Use Plan. Development of Land Use Planning Project.*, Supported by European Union, publisher: Guyana Land and Survey Commission, 2013.
- GONZÁLEZ-BARRIOS, J.L.; GONZÁLEZ-CERVANTES, G.; CHÁVEZ-RAMÍREZ, E.: “Porosidad del suelo en tres superficies típicas de la cuenca alta del río Nazas”, *Tecnología y ciencias del agua*, 3(1): 21-32, 2012, ISSN: 2007-2422.
- HILLEL, D.: *Introduction to environmental soil physics*, Ed. Elsevier, New York, USA, 2003, ISBN: 0-08-049577-X.
- JIMÉNEZ-ESPINOSA, E.R.; DAVID, D.L.; CUMMINGS, G.; PETERS, L.A.: “Single crop coefficients for agricultural irrigation in Guyana.”, *Tropical Agriculture*, 97(1), 2020, ISSN: 0041-3216, URL: <https://journals.sta.uwi.edu/ojs/index.php/ta/article/view/7953>.
- JIMÉNEZ-ESPINOSA, E.R.; DAVID, D.L.; MENÉNDEZ, S.A.: “Soil physical properties and textural map in Guyana”, *Tropical Agriculture*, 99(3): 268-281, 2022, ISSN: 0041-3216, URL: <https://journals.sta.uwi.edu/ojs/index.php/ta/article/view/8284>.
- NCOF-GUYANA: “Hydrometeorological Service”, En: *14th National Climate Outlook Forum (NCOF)*, Ed. Ministry of Agriculture of Guyana, Guyana, 2023.
- RAWLS, W.J.; BRAKENSIEK, D.L.; SAXTON, K.: “Estimation of soil water properties”, *Transactions of the ASAE*, 25(5): 1316-1320, 1982.
- SAXTON, K.; RAWLS, W.; ROMBERGER, J.S.; PAPENDICK, R.: “Estimating generalized soil-water characteristics from texture”, *Soil science society of America Journal*, 50(4): 1031-1036, 1986, ISSN: 0361-5995.
- USDA: “Soil mechanics level 1, Module 3-USDA Textural Classification”, *US Department of Agriculture: Soil Conservation Service*, : 48, 1987.