

## RIEGO Y DRENAJE

### ARTÍCULO ORIGINAL

# Coeficientes de cultivos ( $K_c$ ) en Cuba

## *Cuban Crops coefficients ( $K_c$ )*

M.Sc. Elisa I. Zamora Herrera, Dr.C. Carmen E. Duarte Díaz, M.Sc. Reinaldo Cun González, Dr.C. Ricardo Pérez Hernández, M.Sc. María León Fundora

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

**RESUMEN.** El enfoque del coeficiente único del cultivo ( $K_c$ ) es adecuado para calcular con precisión las necesidades de agua de los cultivos. Estos pueden utilizarse en diversas áreas geográficas; aunque se recomienda utilizar coeficientes locales siempre que sea posible. En Cuba existe información sobre los  $K_c$ , procedente de 30 años de experimentación, pero no conocida debido a su alta dispersión y difícil acceso. Para solucionar este problema se realizó una investigación alternativa, que utilizó como métodos esenciales el criterio de expertos y el análisis informacional. Los resultados consistieron en 18 variantes de  $K_c$  para 10 especies y la información complementaria para los cálculos. Los  $K_c$  identificados son aplicables en Cuba y el área del Caribe y aportan parámetros tropicales, relativamente escasos en medios internacionales. La precisión obtenida por el uso de los  $K_c$  viabiliza la planificación estratégica del agua en Cuba, caracterizada por la disminución en la disponibilidad de agua. Se recomienda extender la investigación.

*Palabras clave:* coeficientes de cultivos, requerimientos de agua para cultivos.

**ABSTRACT.** The focus of the unique crops coefficients ( $K_c$ ) is adapted to calculate crops water requirements accurately. These can be used in diverse geographical areas, although it is recommended to use local coefficients whenever it is possible. In Cuba, information about  $K_c$  exists coming from 30 years of experimentation, but not well-known due to its high dispersion and difficult access. To solve this problem, it was carried out an alternative investigation that used as essential methods the experts' approach and informational analysis. The results consisted on 18 variants of  $K_c$  for 10 species and the complementary information for the calculations. The identified  $K_c$  are applicable in Cuba and the Caribbean area and they supply tropical parameters, relatively scarce in international means. The precision obtained by the use of the  $K_c$  makes viable the strategic planning of the water use in Cuba, characterized by the decrease in the availability of water. It is recommended to extend the investigation.

*Keywords:* crops coefficients, water requirements for crops.

## INTRODUCCIÓN

En la metodología del coeficiente único de cultivo ( $K_c$ ) (Doorenbos y Pruitt, 1976), la evapotranspiración bajo condiciones estándar (sin limitaciones de agua, nutrientes, o por enfermedades o plagas), se calcula de manera sencilla y exacta multiplicando la  $E_{To}$  por  $K_c$ ;  $E_{To}$  representa la demanda de agua del tiempo atmosférico y el  $K_c$  incorpora esencialmente las demandas características del cultivo, variando sólo en una pequeña proporción en función del clima (Allen y Pereira, 2009); así es posible la transferencia de valores del coeficiente del cultivo entre distintas áreas geográficas y climas. Este hecho constituye la razón principal de la aceptación de la metodología. No obstante, siempre que sea posible, se prefieren valores locales. (Allen *et al.*, 2006). Como las magnitudes de la evapotranspiración y las necesidades de agua del cultivo son idénticas, este método es apropiado para la planificación, manejo y estudios de balance hídrico para riego de forma prospectiva, proyectiva y en tiempo real.

En Cuba, la mayor fuente de  $K_c$  es el antiguo Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), actual Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), que durante más de 30 años (1971-2007), ejecutó experimentos de los que se han deducido  $K_c$ . Estos se encontraban desconocidos debido a su alta dispersión y baja visibilidad por encontrarse esencialmente como literatura gris. Otra restricción para su uso, se encontraba en la ausencia de instrumentos de cálculo adecuados para aplicarlos. Para resolver este problema, se realizó una investigación alternativa, focalizada en compilar los  $K_c$  generados en Cuba y elaborar herramientas para emplearlos en el cálculo demandas de agua en las condiciones agrícolas cubanas.

## MÉTODOS

### Materiales

### Publicaciones especializadas periódicas:

Ciencias Técnicas en la Agricultura. Serie Riego y Drenaje (1978-1990), Ciencias del Suelo, Riego y Mecanización

(1991-1992), Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (1986-2013), Ciencias técnicas en la Agricultura. Serie Riego y Drenaje (1978-1990), Ingeniería Agrícola (2010-2013)

**Publicaciones especializadas no periódicas:**

Memorias de los Congresos Internacionales Riego y Drenaje, (CUBA-RIEGO) entre 2003-2009.

**Literatura gris:**

Generada en el Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD) y el IAgric, entre 1978 y 2013, que incluye archivos técnicos de investigaciones, (Zamora *et al*, 2005 y 2009), procedimientos institucionales, (Cisneros *et al*, 2011 y 2013), bases de datos, tesis de grado y postgrado, instructivos, materiales docentes y reglamentos.

**Métodos**

**Criterio de expertos**

La Selección de Expertos, se realizó de acuerdo a la competencia (nivel de calificación). Se determinó mediante la ecuación:

$$K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$$

dónde:

**K**-coeficiente de competencia;

**Kc**-coeficiente de conocimiento o información;

**Ka**-coeficiente de argumentación o fundamentación.

El procesamiento estadístico de la selección de expertos se realizó con el Software Delsoft de González (2006).

El mismo grupo de expertos trabajó con dos métodos sucesivos:

**Método Delphi**

Caracterizado por la responsabilidad independiente y anónima de los especialistas. Estuvo enfocado a determinar los elementos informativos para elaborar un paquete tecnológico, basados en los Kc. Las categorías evaluativas empleadas fueron: muy adecuada (MA), bastante adecuada (BA), adecuada (A), poco adecuada (PA) e inadecuado (I). El procesamiento estadístico del Delphi, se efectuó con el programa DelSoft de González (2006).

**Método Interactivo**

Posteriormente, los peritos trabajaron con amplio intercambio personal y herramientas participativas para identificar los Kc y la información complementaria. Para ello, utilizaron:

**Análisis informacional**

Para reinterpretar y seleccionar la información primaria. En todos los casos, fueron autorizados por sus autores primarios, Zamora *et al*. (2005) y se contó con el aval institucional del IAgric. (Zamora *et al*., 2009).

**Análisis documental**

Se clasificaron los documentos utilizados por cultivo, fecha, autor y otras especificaciones para ajustar los documentos a las especificaciones de la Biblioteca Virtual del IAgric.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se construyó un equipo de expertos de alta calificación, formado por nueve expertos, que superaron el valor promedio (0,79) de la prueba de competencia, ocho de ellos fueron investigadores primarios del tema y el noveno, es un especialista en información científica. La alta calificación de los especialistas permitió obtener un rápido consenso sobre el tipo de información que debe elaborarse para emplear el método del coeficiente único (Kc) (Tabla 1).

**TABLA 1. Tipo de información adecuada para emplear coeficiente único (Kc)**

No.	Indicadores General	Categoría
1	Relación de Coeficientes de Cultivos	MA
2	Información agronómica sobre Kc por fases de cultivos	BA
3	Curvas de Kc	BA

Leyenda: Categoría evaluativa: MA-muy adecuada; BA- bastante adecuada; A-adeuada

**Relación de Coeficientes de Cultivos**

Se compiló un listado de Kc, para 18 variantes en 10 cultivos, que pueden consultarse en la Tabla 2. Los cultivos aparecen agrupados en hortalizas, viandas y granos, siguiendo el esquema de la agricultura cubana, lo que facilita la identificación para la práctica productiva. El agrupamiento permite cotejar diferencias y semejanzas de los Kc entre conjuntos. Al interior de cada grupo, las semejanzas en altura, cobertura del suelo y manejo del agua permitieron establecer relaciones comunes, con escasas diferencias entre especies. Los Kc recopilados representan las demandas de agua, promediadas en el tiempo, bajo condiciones estándar, tal como define Allen *et al*. (2006), como condiciones de los coeficientes únicos. Los Kc acopiados se presentan estratificados en fases del desarrollo vegetativo (inicial, medio y final). Las fases se definen a partir de las variaciones en el área del suelo cubierta por vegetación, crecimiento y desarrollo del cultivo, con los parámetros provenientes de la investigación cubana, pero coincidiendo con los criterios de Allen *et al*. (2006).

La obtención de Kc, posibilita calcular evapotranspiración para los cultivos estudiados, con mayor exactitud y sencillez. Esta condición, permite mejorar la planificación estratégica del agua en las condiciones de escasez, que enfrenta Cuba en el siglo XXI (García y Cantero, 2008); y que Zamora *et al*. (2013) particulariza para el área de trabajo, donde se

obtuvieron los coeficientes cubanos. En Cuba, los valores de ETC, simulada empleando los Kc obtenidos en este estudio, se encuentran en los rangos registrados en experimentos y actividades productivas desarrolladas en condiciones "estándar" y citadas por González *et al.* (2012; 2011a y 2010) y difieren por exceso de la Etc obtenida en trabajos cubanos en condiciones "no estándar": (estrés hídrico) (González *et al.*, 2011b y Duarte, 2012); tratamiento magnético del agua (Duarte, 2004); o crecimiento en fechas no óptimas (León y Derivet, 1990); lo que indica validez en los coeficientes presentados en este trabajo.

**TABLA 2. Compilación de Coeficientes de Cultivos (Kc)**

<b>HORTALIZAS frutos</b>	<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>
Tomate Campbell 28	0,8	1,32	0,4
Tomate HC 3880	0,58	1,18	1
Tomate HC3880 (TMA)	0,47	1,02	0,92
Pimiento California	0,75	1,26	0,64
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>	<b>1,20</b>	<b>0,74</b>
<b>HORTALIZAS hojas</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Lechuga BSS	0,28	0,82	0,96
Col	0,42	1,05	1,02
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,35</b>	<b>0,94</b>	<b>0,99</b>
<b>HORTALIZAS bulbos</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Cebolla Red Creole 1	0,37	1,04	0,53
Cebolla red Creole (TMA)	0,15	0,31	0,28
Cebolla Jagua	0,1	0,7	0,5
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,21</b>	<b>0,68</b>	<b>0,44</b>
<b>Ajo</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Ajo Santic Spiritus	0,43	0,91	0,61
Ajo Vietnamita	0,44	0,85	0,13
Ajo vietnamita (TM A)	0,24	0,48	0,43
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,34</b>	<b>0,64</b>	<b>0,36</b>
<b>HORTALIZAS raíces y tubérculos</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Zanahoria	0,42	1,05	0,83
Remolacha	0,56	1,05	0,80
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,49</b>	<b>1,05</b>	<b>0,81,5</b>
<b>VIANDAS</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Malanga Rosada Habana	0,67	1,15	0,95
<b>GRANOS</b>			
<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>	
Maíz de invierno	0,81	0,88	0,52
Maíz de verano	0,62	1	0,93
Maíz de primavera	0,6	0,93	0,42
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,61</b>	<b>0,94</b>	<b>0,62</b>

Cuando se comparan las series de Kc cubanos y la serie internacional presentada por Allen *et al.* (2006); bajo el auspicio de FAO (Figura 1), puede observarse que los Kc de Cuba presentan valores menores, lo que se explica debido a que la humedad relativa es mayor (79% y velocidad del viento promedio menor (1,4 m×s<sup>-1</sup>)) (Solano *et al.*, 2003); que los estándares FAO (humedad relativa promedio mínima diaria de aproximadamente del 45% y velocidad del viento con promedio de 2m×s<sup>-1</sup>) (Allen *et al.*, 2006). Esta situación puede considerarse como una expresión de las condiciones tropicales, válidas para Cuba y la región del Caribe, con condiciones climáticas semejantes. En próximos estudios será conveniente analizar si con el empleo de estos coeficientes podrá prescindirse en el trópico de los ajustes recomendados para condiciones diferentes a los estándares FAO (Allen *et al.*, 2006). Como dato interesante, que requiere consideraciones adicionales, se señala que las mayores diferencias entre las dos series, se presentan en los cultivos cebolla y ajo, donde en la investigación primaria fue empleado el tratamiento magnético del agua (TMA) de riego y donde la investigadora Duarte, (2004), advierte menores consumos de agua sin alterar los rendimientos.

La posesión de los coeficientes, permite establecer comparaciones entre las demandas de agua de los cultivos en Cuba y las de otras latitudes, con una base científicamente argumentada. La mayor fortaleza de los resultados cubanos estriba en poseer información específica de coeficientes de cultivos por etapas de desarrollo, para las condiciones de Cuba, extrapolables a las del Caribe.

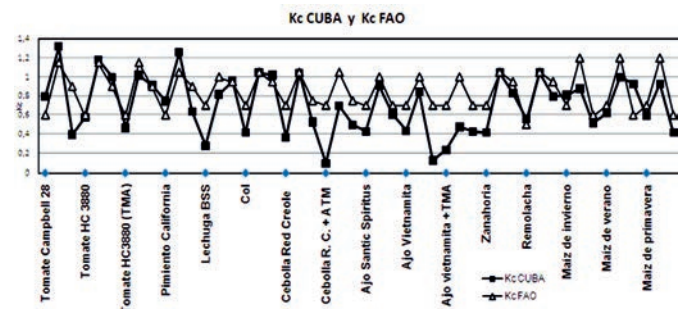


FIGURA 1. Comparación entre Kc de Cuba y de FAO.

### Curvas de Coeficientes de Cultivos

La versión gráfica de los Kc, por fases, que se presentan en la Figura 2, son llamadas curvas de Kc y permite obtener valores para intervalos de tiempo diferentes a los propuestos originalmente, trabajando directamente sobre la curva. Evidentemente, las curvas de cultivos, tienen un inestimable valor práctico, para adecuar los Kc a diferentes frecuencias de humedecimiento de la práctica productiva (semanales, mensuales, diez días, etc.) Para obtener esta regulación, deberán adecuarse las curvas originales que se presentan a los intervalos de tiempo deseados, asumiendo que la modificación llevará a sesgos permisibles.

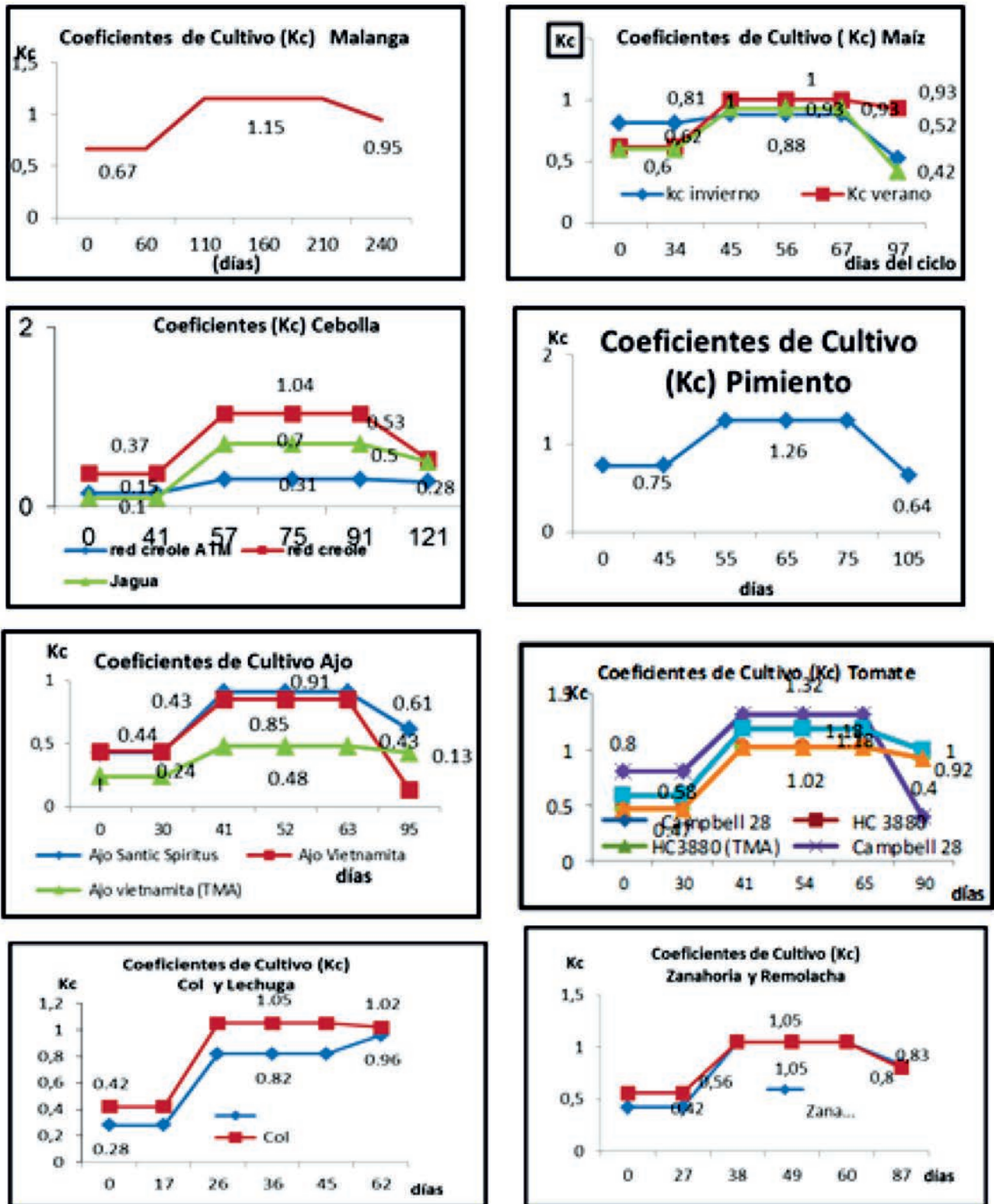


FIGURA 2. Curvas de Coeficientes de Cultivos.

### Información agronómica relacionada con los Kc

Las Tablas 3 y 4, presentan un referente agronómico, en función de los Kc por fases. La tecnología de uso, consiste en concertar la información de las Tablas, con la planificación prospectiva, proyectiva y en tiempo real de manejos de agua. Esta ha sido



validada por el Servicio de Asesoramiento al Regante y constituye una guía práctica y eficaz, para que los agricultores, puedan ajustarse al Enfoque del Coeficiente Único (Cisneros *et al.*, 2011 y 2013).

**TABLA 3. Fase de cultivo y profundidad de humedecimiento correspondiente**

HORTALIZAS	fases	Promedios		
		inicial	medio	final
Tomate Campbell 28	días	28	30	25
	prof. hum.	0,10	0,40	0,4
Tomate HC 3880	días	33	45	28
	prof. hum.	0,10	0,40	0,4
Tomate HC3880 (TMA)	días	28	30	25
	prof. hum.	0,10	0,40	0,4
Pimiento California	días	45	30	30
	prof. hum.	0,15	0,45	0,45
Lechuga BSS	días	18	25	15
	prof. hum.	0,10	0,25	0,25
Col	días	15	30	20
	prof. hum.	0,10	0,25	0,25
Cebolla Red Creole 1	días	36	50	30
	prof. hum.	0,10	0,30	0,30
Cebolla Red C, ( TMA)	días	35	50	30
	prof. hum.	0,10	0,40	0,40
Cebolla Jagua	días	35	50	30
	prof. hum.	0,10	0,30	0,30
Ajo Santic Spiritus	días	28	40	30
	prof. hum.	0,15	0,30	0,30
Ajo Vietnamita	días	28	30	25
	prof. hum.	0,15	0,30	0,30
Ajo vietnamita (TMA)	días	35	28	40
	prof. hum.	0,10	0,40	0,40
Zanahoria	días	28	25	25
	prof. hum.	0,10	0,30	0,30
Remolacha	días	25	40	30
	prof. hum.	0,10	0,30	0,30
Malanga R, Habana	días	45	150	30
	prof. hum.	0,30	0,40	0,40
Maíz de invierno	días	38	35	22
	prof. hum.	0,30	0,40	0,40
Maíz de verano	días	34	27	26
	prof. hum.	0,30	0,40	0,40
Maíz de primavera	días	30	38	42
	prof. hum.	0,30	0,40	0,40

**TABLA 4. Ciclo de vida**

CULTIVO HORTALIZAS	Fecha siembra	Ciclo de vida (días)	
		promedio	Oscilación
Tomate Campbell 28	20 dic.	83	70-95
Tomate HC 3880	20 dic.	105	95-110
Tomate HC3880 (TMA)	20 dic.	83	70-95
Pimiento California	5 dic.	105	95-115
Lechuga BSS	5 ene.	58	50-65
Col	12 dic.	65	60-70

CULTIVO HORTALIZAS	Fecha siembra	Ciclo de vida (días)	
		promedio	Oscilación
Cebolla Red Creole	20 nov.	116	110-120
Cebolla Red C. ( TMA)	20 nov.	115	110-120
Cebolla Jagua	20 nov.	115	110-120
Ajo Santi Spiritus	23 dic.	98	90-105
Ajo Vietnamita	25 dic.	103	90-105
Ajo vietnamita (TM A)	23 dic.	93	90-105
Zanahoria	22 nov.	78	66-90
Remolacha	20 nov.	96	96
VIANDAS			
Malanga Rosada Habana	15 feb.	225	210-240
GRANOS			
Maíz de invierno	16 dic.	95	77-113
Maíz de verano	15 sep.	87	73-100
Maíz de primavera	15 abril	110	98-122

## CONCLUSIONES

- Se realizó la compilación de Coeficientes de Cultivos Kc para 18 variantes en 10 cultivares, por etapas de desarrollo, generados por la investigación experimental de 30 años en Cuba.
- Los coeficientes de cultivos obtenidos, poseen información específica para las condiciones de Cuba, extrapolables a las del Caribe, con similitud de clima y aportan parámetros tropicales, relativamente escasos en medios internacionales.
- La precisión en los cálculos de las demandas de agua, que proporcionan los Kc cubanos, viabiliza la planificación estratégica del agua, que es especialmente importante para Cuba, donde se ha detectado disminución en la disponibilidad de agua, en el siglo XXI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., L. PEREIRA, D. RAES, M. SMITH: *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, Estudio FAO Riego y Drenaje No. 56. Roma. 2006.
- ALLEN, R.G. & PEREIRA, L.S.: “Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height”, *Irrig. Sci.*, 28: 17-34. 2009.
- CISNEROS, E.; T. LÓPEZ; A. LEYVA y Z. PLACERES: “Consideraciones sobre el servicio de asesoramiento al regante para las condiciones de Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 20(3): 41-45. 2011.
- CISNEROS, E., Z. PLACERES y E. JIMÉNEZ: “Beneficios obtenidos con la implementación del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) en diferentes zonas regables de la provincia Mayabeque, Cuba”, *Revista Ingeniería Agrícola*, Vol. 3(2): 46-52., 2013.
- DUARTE DÍAZ, E.I. ZAMORA y M. LEÓN: “Efecto del coeficiente de estrés hídrico sobre los rendimientos del cultivo de cebolla”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 21(4): 42-47, 2012.
- DUARTE, D. C.: *Efecto del tratamiento magnético del agua de riego en los cultivos tomate, ajo y cebolla*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas), Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), San José de las Lajas, La Habana, Cuba, 2004.
- GARCÍA, F. J.M. y L. CANTERO: “Indicadores globales para la evaluación del uso sostenible del recurso agua: caso cubano”, *Voluntad Hidráulica*, 100: 2-17, 2008.
- GONZÁLEZ, A. A.: *El método Delphi y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos*, Programa DelSoft. EXCEL, Ed. IAgric, La Habana, Cuba, 2006.
- GONZALEZ, R. F.: *Funciones agua-rendimiento para cultivos de importancia agrícola en Cuba*, 140pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana, Cuba, 2013.
- GONZÁLEZ, F.; J. HERRERA; T. LÓPEZ y G. CID: “Base de datos sobre necesidades hídricas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 21(2): 42-47, 2012.
- GONZÁLEZ, R. F.; J. HERRERA; T. LÓPEZ y G. CID: “Productividad agronómica del agua”, *Revista Ingeniería Agrícola* Vol. 1(2): 40-44, 2011a.
- GONZÁLEZ, R. F.; J. HERRERA; T. LÓPEZ y G. CID: *Respuesta de los cultivos al déficit hídrico*, *Revista Ingeniería Agrícola*, Vol. 2(1): 19 – 23, 2011b.
- GONZÁLEZ, R. F.; J. HERRERA y T. LÓPEZ: “Productividad del agua en maíz, soya y sorgo en suelo Ferralítico Rojo del sur de La Habana”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 19(1): 65-72, 2010.

LEÓN, M. y R. DERIVET: "Necesidades hídricas del tomate cultivado en época temprana y su relación con el rendimiento", *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Serie Riego y Drenaje.*, Vol. 13(2): 55-62, 1990.

LEÓN, M., R. DERIVET y M. LEÓN: "Necesidades hídricas del pimiento (Capsicum annum) variedad Medalla de Oro, cultivado en periodo no óptimo", *Revista Agrotecnia de Cuba.* Vol. 23(3-4): 33-41, 1991.

SOLANO, O.O.; C.G. MENÉNDEZ; R.M. VÁZQUEZ; J.G. MENÉNDEZ y M.P. MARTIN: "Estudio de la evapotranspiración de referencia en Cuba", *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 10(1): 33, 2003.

ZAMORA, H. E. "Riesgos para las Aguas de Irrigación en el Municipio Alquizar, de Cuba", *Revista Ingeniería Agrícola*, Vol. 3(2): 62-67, 2013.

ZAMORA, H. E.; C. DUARTE y R. PÉREZ: Adecuación de la Información Experimental histórica del IIRD a tendencias actuales para Cálculo de la Demanda de Riego, En: Convención Internacional de Ingeniería Agrícola, Bayamo, Granma, Cuba, 2009.

ZAMORA, H. E.; C. DUARTE y R. PÉREZ: *Ajuste de Coeficientes de Cultivos*, Informe final del proyecto ramal 22-07, Ed. Archivo Técnico del IIRD, La Habana, Cuba, 2005.

**Recibido:** 2 de diciembre de 2013.

**Aprobado:** 9 de julio 2014.

Elisa I. Zamora Herrera, Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km. 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléf.: (53) 645-1731 y 645-1353, Correo electrónico: Correo electrónico: [dptoriego6@iagric.cu](mailto:dptoriego6@iagric.cu)

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,  
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**



**IAgric**  
Instituto de Investigaciones  
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos  
y comercializamos**

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.

**INFORMACIÓN:** Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial  
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo  
E-mail: [agricomercial@minag.cu](mailto:agricomercial@minag.cu) Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665