

REVISIÓN

Estudio de las necesidades de agua de los cultivos, una demanda permanente, un nuevo enfoque

The study of the crops water requirements, a permanent demand, a new focus

Dr.C. Julián Herrera Puebla, Dr.C. Felicita González Robaina

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

RESUMEN. Se hace un breve recorrido por la historia del estudio de las necesidades de agua de los cultivos agrícolas en Cuba desde su comienzo en los años 60 del pasado siglo; se reseña brevemente un grupo de estudios básicos que trazan pauta para la continuidad de estos estudios y se exponen criterios sobre la necesidad de continuación de los mismos con otros enfoques.

Palabras clave: requerimientos hídricos, evapotranspiración, riego.

ABSTRACT. A short review about the agricultural crops water requirement's in Cuba since its beginning in the late 60's is made; also, a group of basic studies constituting a base line for the continuity a future research program in this subject are emphasizing. Finally, it is discussing the need to continue with a new focus the studies of crops water requirements in the country.

Keywords: water requirements, evapotranspiration, irrigation.

INTRODUCCIÓN

La Política Nacional del Agua de Cuba, elaborada como respuesta al proceso de implementación de los lineamientos y especialmente los referidos a los Recursos Hidráulicos (300 al 303), establece cuatro prioridades estratégicas (Matos, 2013):

1. El uso racional y productivo del agua disponible.
2. El uso eficiente de la estructura construida
3. La gestión de riesgos asociados a la calidad del agua
4. La gestión de riesgos asociados a eventos del clima.

Con relación a la primera prioridad estratégica, se establece en esta política que el balance de agua constituye una Categoría del Plan de la Economía y que por tanto el agua se deberá planificar según índices de consumo por unidad de producción o servicio.

Con relación a la producción agrícola, la que más agua utiliza, y para cumplimentar lo anterior, se requiere de un conocimiento actualizado de las normas de consumo de los cultivos, así como de la productividad obtenida de esta agua utilizada o consumida.

La demanda de agua por los cultivos depende de varios factores, todos ellos muy estrechamente relacionados y casi todos con similar importancia relativa. Entre ellos podemos señalar.

- El tipo de cultivo y variedad.
- La agrotecnia que al mismo se aplique (densidad de siembra, arropes, nivel de fertilización, entre otros).
- El suelo.
- El clima (lluvias, temperatura, insolación, viento y otros) con sus variaciones tanto a corto como mediano plazo.
- La técnica de riego empleada y la calidad de la explotación del sistema de riego.

La variación de estos factores en el tiempo obliga a una revisión periódica de la normas de consumo, toda vez que la alteración de alguno de ellos puede ocasionar un cambio en la cantidad de agua demandada.

A tenor con lo anterior, y teniendo en cuenta la evolución de la agricultura cubana y la necesidad de mayores precisiones en los balances de agua, ante el reto de una futura escasez motivada por una mayor demanda asociada a un incremento de las áreas a regar y de los efectos de los posibles cambios climáticos, parece necesario la puesta al día del conocimiento sobre las necesidades de agua de los cultivos en el ambiente cubano; lo cual requerirá, además de un nuevo enfoque en su determinación.

Antecedentes

En 1972 se confeccionó el primer compendio cubano sobre las necesidades de agua de los cultivos, el cual fue publicado en 1979 (Rey y de la Hoz, 1979). En ese trabajo, a partir de un análisis de los diferentes métodos de determinación de la ETp (Evapotranspiración potencial) conocidos hasta ese entonces, los autores elaboraron recomendaciones sobre las demandas de riego de la mayor parte de los cultivos en uso en el país para ese tiempo. Este trabajo cubrió una necesidad del momento ya que aún no se contaban con datos de investigaciones de campo, y sirvió de apoyo al desarrollo primario de la política hidráulica en el país.

Por otra parte, Nakadidze y Simeón (1972) por la misma fecha que el trabajo anterior y basado en los trabajos realizados por el INRH en la caracterización hidrofísica⁰⁰⁷³ de los suelos, dieron a conocer las normas de riego por tipos de suelos según diferentes profundidades.

Como puede observarse ambos trabajos son complementarios, uno se basa en la demanda climática y calcula la necesidad de agua de los cultivos (Rey y de la Hoz, 1979) y el otro, desde el punto de vista del comportamiento de las propiedades hidrofísicas de los suelos cubanos, acorde con la 2^{da} Clasificación Genética desarrollada en el país (Instituto de Suelos, 1980)¹, definió las normas parciales netas para diferentes profundidades y tipos de suelos (Nakadidze y Simeón; 1972).

Las primeras investigaciones de campo comenzaron ya antes de la creación oficial del extinto Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD) en 1976. Desde principios de la década del 70 del pasado siglo, en lo que posteriormente sería su estación experimental, ubicada en el municipio de Alquizar (en la actual provincia de Artemisa), se habían comenzado a realizar experimentos de campo con el objetivo de determinar las demandas de agua de cultivos como papa, frijoles, malanga, caña de azúcar y pepino, trabajos publicados con posterioridad por Giralt (1979), Giralt y Ramírez (1979), Carrillo (1979), Hernández (1978) y Rey (1979) respectivamente. En otros centros experimentales y por la misma época se desarrollaron también investigaciones con el mismo objetivo en otros cultivos como hortalizas (Sotolongo, 1978) y diferentes variedades de pastos y forrajes (Herrera, 1974² y Herrera y Herrera, 1978).

Por su parte, Tzenova (1976)³ elaboró lineamientos metodológicos para la determinación de la ET de los cultivos en las condiciones de Cuba y del régimen de riego de los cultivos (Tzenova, 1978). En 1976, fue creado el IIRD, institución con la misión, entre otras, de realizar investigaciones sobre las necesidades de agua de los cultivos y además

jugar el rol de rector en las investigaciones sobre riego en el país. Así, en cumplimiento de este último objetivo, en 1979, investigadores de esta institución, elaboraron una metodología (IIRD, 1979)⁴ para la realización de estos estudios, la cual fue circulada, discutida y aprobada por diferentes centros de investigación dentro y fuera del Ministerio de la Agricultura (MINAG), y que fue luego perfeccionada, de acuerdo con recomendaciones de Delibaltov (1981)⁵. Esta razonable determinación, permitió que existiera una casi absoluta concordancia en los lineamientos metodológicos empleados en los trabajos de investigación realizados sobre el tema en Cuba partir de 1979 por diferentes instituciones. Recientemente, la mayor parte de los resultados de estos trabajos, en un loable esfuerzo de recuperación de la información, han sido recogidos en una base de datos que agrupa los resultados publicados en el país sobre el tema hasta el año 2005 (González *et al.*, 2012).

Los resultados experimentales obtenidos hasta 1981, permitieron determinar los coeficientes bioclimáticos de los cultivos (K_p) basados en la relación entre la evapotranspiración real del cultivo determinada en el campo (método del balance hídrico) y la evaporación del tanque evaporímetro Clase A.

La determinación de estos coeficientes permitió introducir masivamente en el país el método bioclimático de determinación del momento de riego (Rey y Delibaltov, 1982)⁶ el cual tuvo una favorable aceptación como herramienta para el manejo del riego a nivel de empresa (Rey *et al.*, 1982) y permitió, además, validar los resultados de las investigaciones en parcelas experimentales con los reales en campos de producción en cultivos como pastos y forrajes (Herrera *et al.*, 1982)⁷; cítricos (Ortega *et al.*, 1984), en caña de azúcar (Fonseca *et al.*, 1984; Lamelas *et al.*, 1985) y en papa (Roque *et al.*, 1986).

También basado en estos resultados y con el fin de dar respuesta a las necesidades de información sobre la demanda de agua para la elaboración de los planes de uso del agua, se elaboró un compendio de las normas de riego donde se recogen más de 20 cultivos agrupados por provincias y tipos de suelos y que definió las demandas netas anuales de riego para un año de 75% de probabilidad de la norma. Este procedimiento dio lugar a la creación de la Norma Cubana (NC 48-46, 1987) para el cálculo del régimen de riego de proyecto, cuya base, en la determinación de la ET del cultivo son los coeficientes bioclimáticos anteriormente citados.

Estas demandas de riego, aún vigentes, se hicieron oficiales para la República de Cuba a través de la resolución 21/99 del Presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

¹ INSTITUTO DE SUELOS. Clasificación genética de los Suelos de Cuba. Editorial Academia. La Habana, 28 pp. 1980.

² HERRERA, P. J.: Intervalos de riego en pastos, En "Memoria Anual". Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 1974.

³ TZENOVA, L. K.: Sobre la evapotranspiración y métodos para su determinación. Serie I. Ing. Agronómica. Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Habana, Ciudad de La Habana, 1976.

⁴ IIRD. Metodología para las Investigaciones en Régimen de Riego,. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, Publicación mimeografiada, 1979.

⁵ DELIBALTOV, Y.: Metodología para determinar la evapotranspiración real de los cultivos, 15pp., Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje., Informe Técnico, 1981.

⁶ REY, G. R.; DELIBALTOV, Y.: Metodología para pronosticar el momento óptimo de riego en los cultivos agrícolas cubanos. Método bioclimático. Pub. Centro de Información y Divulgación Agropecuaria (CIDA), MINAG, 20pp, La Habana, 1982.

⁷ HERRERA, P. J.; O'FARRIL; ZENA, M. J.: Aplicación del pronóstico de riego en pasto. Resultados de 1980-82 en la Empresa Pecuaria "Niña Bonita". En resúmenes Conferencia Científica XX Años de Desarrollo Hidráulico, pag. 230, La Habana, 1982.

En los antecedentes y diagnóstico para la elaboración de la Política del Agua se señala que “ las normas relacionadas con los recursos hídricos en sentido general y específicamente las de consumo están desactualizadas” (Matos, 2013), lo cual no deja de ser cierto en relación a las normas de los cultivos agrícolas toda vez que la base de las mismas está en trabajos realizado durante la década del 80 y principios del 90, y rigen desde 1999, es decir, muchas de ellas con más de 20 años desde su elaboración.

Situación actual

Con el advenimiento del “período especial” las facilidades creadas para la realización de las investigaciones sobre las necesidades de agua de los cultivos, en particular las creadas en la Estación Experimental del antiguo IIRD desaparecieron. Entre estas facilidades se encontraba la estación meteorológica, totalmente equipada hacia 1978 mediante el proyecto FAO/CUB/76/005 con los más modernos equipos disponibles en ese momento y con serie de datos de más de 20 años; una estación lisimétrica para la determinación de la ETp en funcionamiento desde 1983 y que permitió obtener datos sobre la Evapotranspiración potencial de

césped (Bernal, 1996)⁸, King grass (Sánchez, 1984)⁹, maíz (Sánchez y Ramírez, 1988) y papa (Sánchez *et al.*, 1988), una estación lisimétrica para la determinación del efecto del sobre humedecimiento en los cultivo, donde se estudiaron los efectos del exceso de humedad en caña de azúcar (Márquez y Enríquez, 1985), pasto estrella (Duarte *et al.*, 1990), frijol negro (Duarte, 1990)¹⁰ y Soya (Márquez y Enríquez, 1984). En adición a lo anterior, también en la sede central del IIRD dejó de funcionar el laboratorio de física de suelos, salinidad y calidad del agua además de éxodo de parte de los técnicos e investigadores dedicados a esta actividad.

No obstante lo anterior, se continuaron algunas investigaciones al respecto, sobre todo aquellas dirigidas a dar repuesta al riego en los vegetales cultivados en organopónicos y cultivos protegidos (León y Cun, 2001; León *et al.*, 2005) y otros cultivos no estudiados con anterioridad como el papayo (Hernández *et al.*, 2003), el cafeto (Cisneros *et al.*, 2006) y la piña (Bonet y Guerrero; 2012).

En el cuadro 1 se resumen un grupo de estudios básicos realizados a partir de los resultados obtenidos hasta 1990, los que evidencian la experiencia conseguida y puntualizan un nuevo enfoque a los estudios de las necesidades de agua en el país.

CUADRO 1. Algunos de los más importantes estudios básicos realizados a partir de 1990 en Cuba relacionados con las necesidades de agua de los cultivos

Estudios	Autores
Regionalización del régimen de riego para Cuba.	Zamora (1991) ¹¹
Agrupación de los suelos Cubanos para el riego	Herrera <i>et al.</i> (1990) ¹²
Caracterización del movimiento del agua en suelos irrigados del sur de La Habana: Contribución metodológica al procedimiento actual para la determinación de los balances hídricos	López (2001) ¹³
Modelación de la respuesta de los cultivos al riego	López <i>et al.</i> (2002; 2009; 2011)
Zonificación de la evapotranspiración de referencia en Cuba. Atlas Agrometeorológico de Disponibilidades Hídricas para una Agricultura de Secano	Solano <i>et al.</i> (2003) ¹⁴
Estudios de la determinación de la Evapotranspiración de referencia mediante técnicas de teledetección espacial y redes neuronales artificiales	Méndez (2011) ¹⁵
Precisión en la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos. Caso de estudio: cultivos de ajo y cebolla en las condiciones edafoclimáticas del sur de Artemisa	Chaterlan (2012) ¹⁶
Funciones agua rendimiento para cultivos de importancia agrícola en Cuba	González (2013)
Coefficientes de cultivos (<i>Kc</i>) en Cuba	Zamora <i>et al.</i> (2014)

⁸ BERNAL, P. L.: Measured and Calculated Evapotranspiration in South Havana, Cuba. Proceedings of the International Conference in Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, 0020ASAE/ Irrigation Assoc./ICID, pp: 924-927, 1996.

⁹ SÁNCHEZ, L. A. M.: Evapotranspiración máxima del King grass, 40pp., Tesis (en opción al título de Ingeniero en Riego y Drenaje), Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), Facultad de Riego y Drenaje, La Habana, Cuba, 1984.

¹⁰ DUARTE, D. C.; ROQUE, R. R.; RODRÍGUEZ, A.; GONZÁLEZ, T.: Indicadores de proyecto acerca de la tolerancia a los excesos de humedad en el suelo de los pastos y forrajes, viandas y granos, 26 pp., Informe final, contrato No 004-02-08. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, Cuba, 1990.

¹¹ ZAMORA, H. E.: Regionalización del régimen de riego de los principales cultivos agrícolas cubanos, pp. 3-18, Informe de Etapa 03 del resultado 01 del PR 511 “Tecnologías de riego”. IIRD. Ciudad Habana, 1991.

¹² HERRERA, P. J.; CID, L. G.; Ruíz, M.E.: Regionalización de los suelos cubanos para el riego, 35pp., Informe de Etapa 03 del resultado 01 del programa ramal 511 “Tecnologías de riego”. IIRD, Ciudad Habana, Cuba, 1990.

¹³ LÓPEZ, T.: Caracterización del movimiento del agua en suelos irrigados del sur de La Habana: Contribución metodológica al procedimiento actual para la determinación de los balances hídricos, 108pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas), Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, Ciudad de la Habana, 2001.

¹⁴ SOLANO, O.; MENÉNDEZ, C.; VÁZQUEZ, R.; MENÉNDEZ, J.: Zonificación de la evapotranspiración de referencia en Cuba. Atlas Agrometeorológico de Disponibilidades Hídricas para una Agricultura de Secano, Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba, 2003.

¹⁵ MÉNDEZ, J. A.: Contribución metodológica para la estimación de la evapotranspiración de referencia mediante técnicas de teledetección espacial y redes neuronales artificiales, 141pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Instituto de Ingeniería Agrícola, La Habana, 2011.

¹⁶ CHATERLÁN, D. Y.: Precisión en la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos. Caso de estudio: cultivos de ajo y cebolla en las condiciones edafoclimáticas del sur de Artemisa, 156pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba, 2012.

Al revisar la lista anterior, se nota que se han realizado una serie de estudios fundamentales que permiten esbozar tres elementos básicos para estudios posteriores:

1^{er} Elemento

1. La regionalización de la demanda de agua de los cultivos indica que los resultados de una región son extrapolables a otra por la similitud de la demanda climática, lo cual reduce el número de sitios a investigar.
2. El agrupamiento de los suelos en 5 grupos de funcionamiento hídrico permite también predecir el comportamiento del régimen de riego en otros suelos a partir de su determinación en un miembro del grupo.
3. Las herramientas desarrolladas en la modelación han mostrado la existencia de la posibilidad de predicción del comportamiento de los cultivos ante condiciones variables de régimen de humedad, siempre y cuando se cuenten con los datos básicos necesarios para la modelación.
4. Los balances de agua utilizados en la determinación de la ET del cultivo, fueron muy simples al no cuantificar adecuadamente los movimientos del agua en el suelo, tal y como demostró Lopez (2001) y Chaterlán (2013). Esto, puede implicar que se haya sobre estimado o subestimado los valores de consumo de los cultivos en función de la cantidad y distribución de la lluvia ocurrida durante el período experimental y de la eficiencia de aplicación de la técnica de riego empleada.
5. La adopción del método de Penman-Monteith para la estimación de la ET referencia y el desarrollo de la regionalización de la misma (Solano *et al.*, 2003) y la demostración de la posibilidad de su determinación mediante imágenes de satélites en Cuba, permite el cálculo de la demanda de agua a escala regional y en tiempo real.

2^{do} Elemento

1. Más del 50% de las variedades estudiadas anteriormente ya no se cultivan,
2. Las tecnologías de siembra y preparación del suelo están en fase de cambio, y se debe caminar hacia la introducción de al menos los elementos básicos de la agricultura de conservación
3. Hay una mayor disposición al uso de biofertilizantes y materia orgánica y una tendencia, hacia la disminución de los fertilizantes químicos.

3er Elemento

1. En cultivos como el arroz, que consume el 50% del agua que utiliza la agricultura, no se hay evidencia experimental, a nivel de campo, de sus necesidades de agua.
2. Nuevos cultivos y variedades se desarrollan dentro del marco de la política del país para la sustitución de importaciones.
3. La introducción de cultivos transgénicos en los cuales no se conoce su demanda de agua.
4. Como posible respuesta a los cambios climáticos y a una mayor demanda de agua, los estudios sobre riego deficitario solo se han esbozado a nivel de publicaciones teóricas, sin evidencia experimental que los respalden.
5. En pocos cultivos (pastos y forrajes, sorgo) se han estudiado

las interacciones entre el riego y la fertilización mineral, a lo que hay que agregar en la actualidad el uso de los biofertilizantes para responder a ¿Se demanda más o menos agua ante el uso de la fertilización? ¿Pueden los fertilizantes o los biopreparados disminuir la demanda de agua manteniendo los rendimientos?

6. No se han desarrollado experimentos conducidos con el fin de determinar sus funciones de producción agua rendimiento.

Estos tres elementos compuestos por varios índices conducen a meditar sobre la necesidad incuestionable de emprender al más corto plazo posible los estudios sobre necesidades de agua de los cultivos.

CONCLUSIONES

- Las primeras investigaciones desarrolladas para la determinación del régimen de riego de los cultivos desarrolladas en la década del 70 y 80 contaron con la fuerte voluntad de los investigadores que las realizaron, pero con un bajo nivel de desarrollo teórico acorde con el nivel de conocimientos de la época, lo que provocó que para la realización de las mismas, se demandara un gran esfuerzo físico y no siempre se utilizaran los instrumentos de que se disponía con la sagacidad necesaria. A pesar de ello, como se ha señalado con anterioridad, el trabajo realizado permite contar con una buena base de datos sobre el tema; por lo que el encabezamiento de este párrafo no constituye una crítica a aquellos pioneros, sino más bien un reconocimiento a su esfuerzo y un llamado de alerta a que en los nuevos estudios a emprender se tomen las experiencias del camino ya andado.
- En la actualidad se cuenta con una línea base, sino lamentablemente de los datos originales, al menos de los resultados publicados, lo cual constituye un punto de partida importante.
- Se dominan nuevos diseños experimentales, como la línea central de aspersores, por solo citar un ejemplo, que permiten discriminar rápidamente la respuesta de un grupo grande de cualquier tipo de tratamientos (fertilización, variedades y otros) ante el riego.
- Se dominan los conocimientos teóricos sobre la variabilidad espacial de las propiedades del suelo, lo que permite ajustar mejor el número y sitio de las muestras de humedad del suelo para la realización de los balances de agua y la aleatorización de los tratamientos.
- Se dominan teórica y prácticamente las técnicas de muestreo de humedad no destructivo como la sonda de neutrones, TDR, tensiómetros y otros, lo cual permite sustituir parcialmente y en gran medida el uso del tedioso e irreplicable muestreo gravimétrico sin pérdida de la calidad del trabajo.
- Se ha trabajado y se conoce el modo de operación de modelos de simulación que permiten mejores ajustes al balance hídrico del suelo y cultivo y predecir a partir de datos básicos el comportamiento de este en otros sitios no estudiados.
- Se domina mejor y con más variedad los métodos microclimáticos de determinación de la ETp, por lo que a partir de los resultados experimentales que se obtengan se podría arribar fácilmente a coeficientes de cultivos más precisos.

- Es importante la comprensión de que estos estudios deberían convertirse en un encargo estatal permanente para el Instituto de Ingeniería Agrícola, pero requiere de alianzas con otras instituciones (refrendadas por disposiciones de niveles de dirección del ministerio), en particular el Instituto de Granos, la Universidad Central de Villa Clara, el Instituto de Viandas Tropicales en Santo Domingo, el Instituto “Jorge Dimitrov” en Granma, el Instituto de Suelos y el Instituto de Meteorología; con vistas a utilizar sus facilidades experimentales como sitios de réplica, acorde con la regionalización del país (Zamora *et al.*, 1991). La mención de estas instituciones no implica que se excluya de la participación a otras que pueden tener interés en participar.
- Se requiere revisar, actualizar y/o crear una nueva metodología que incluya los elementos de actualización necesarios, en parte anteriormente descritos. Convertir esta metodología en una guía de trabajo para todos los que emprendan estudios de este tipo en el país y construida por todos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONET, P. C.; GUERRERO, P. P.: “Evapotranspiración de la piña (*Ananas comosus* L. Merr)”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2326-1545, 2 (2): 36-41, 2012.
- CARRILLO, R.O.: “Influencia del nivel de humedad del suelo en el rendimiento de la malanga (*Colocasi esculenta*) var. “Isleña japonesa”. 1 año”. *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 2 (2), julio, 1979.
- CISNEROS, E.; REY, R.; ZAMORA, E.; GONZÁLEZ, F.: “Influencia del manejo del riego en el rendimiento del cafeto”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 15 (2): 42-46, 2006.
- DUARTE, D. C.: “Resistencia del frijol a las condiciones de sobre humedecimiento en un suelo hidromórfico gley amarillento”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 13 (2): 19-26, 1990.
- FONSECA, J. R.; BELTRÁN, L.; FONSECA, S.; MACÍAS, G.: “Respuesta al riego en un bloque de producción de la Empresa Cañera “Comandante Manuel Fajardo”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 7 (2): 19-37, julio, 1984.
- GONZÁLEZ, R. F.; HERRERA, P. J.; HERNÁNDEZ, B. O.; LÓPEZ, S. T.; CID, L. G.: “Base de datos sobre necesidades hídricas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 21 (2): 42-47, 2012.
- GIRALT, P. E.: “Régimen de riego del cultivo del frijol negro (*P. vulgaris*)”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 2 (1): 5-28, Enero, 1979.
- GIRALT, P. E.; RAMÍREZ, P. J.: “Estudio del régimen de riego de la papa (*Solanum tuberosum*) en las variedades “Claudia y “Desiree”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 2 (2): 13-34, Julio, 1979.
- HERRERA, P. J.; HERRERA, E.: Producción bajo riego y utilización del agua en tres especies de pastos tropicales. *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Pastos y forrajes*, 1 (2), Marzo, 1978.
- HERNÁNDEZ, A.: “Estudio de varias formas de régimen de riego de la caña de azúcar. Planta 1975”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 1 (2): 5-32, 1978.
- HERNANDEZ, C. G.; MARTÍNEZ, V. R.; PUIG, E. O.; LÓPEZ, S. T.; SOTOMAYOR, G.: “Elementos agronómicos para el riego localizado en el cultivo del papayo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 12 (2):55-60, 2003.
- LAMELAS, C.; OVIEDO, M. T.; HERNÁNDEZ, M.: “El uso del evaporímetro clase “A” en el riego de la caña de azúcar en dos Empresas de la provincia de Matanzas”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 8 (1): 37-52, 1985.
- LEÓN, F. M.; CUN, G. R.: “Necesidades hídricas del tomate protegido en las condiciones de Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 10 (3): 67-71, 2001.
- LEÓN, F. M.; CUN, G. R.; CHATERLÁN, D. Y.; RODRIGUEZ, R.: “Uso eficiente del agua en el cultivo del tomate protegido. Resultados obtenidos en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 14 (3): 9-13, 2005.
- LÓPEZ, T; CID, G; GONZÁLEZ, F; DUEÑAS, G.; OZIER-LAFONTAINE, H.; SIERRA, J.: “Estudio comparativo de dos modelos de simulación de transferencias hídricas en un ferrasol del sur de la Habana”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1010-2760, 11 (1): 83-90, 2002
- LÓPEZ, T; HERRERA, J; GONZÁLEZ, F; CID, G; CHATERLÁN, Y: “Eficiencia de un modelo de simulación de cultivo para la predicción del rendimiento del maíz en la región del sur de La Habana”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18 (3): 1-6, 2009.
- LÓPEZ, T; HERRERA, J; GONZÁLEZ, F; CID, G.: “Modelación de la eficiencia del uso del agua en maíz y frijol en diferentes condiciones de suelos y disponibilidad hídrica”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2326-1545, 1 (1): 24-29, 2011.
- MÁRQUEZ, J. L.; ENRÍQUEZ, J. L.:” Estudio del efecto de la humedad excesiva en el cultivo de la soya”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 7 (1): 15-26, 1984.
- MÁRQUEZ, J. L.; ENRÍQUEZ, J. L.: “Estudio de tres tiempos de inundación en el cultivo de la caña de azúcar”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 8 (1): 21-36, Enero, 1985.
- MATOS, M. B.: “Política Nacional del Agua”, *Revista Voluntad Hidráulica*, ISSN 0505-9461, 106: 46-51, marzo, 2013.
- NAKADIDZE, E.K.; SIMEÓN, R. F.: “Características hidrofísicas de los principales suelos de Cuba”, *Revista Voluntad Hidráulica*, ISSN 0505-9461, 10 (23):33-40, 1972.
- ORTEGA, J.; LAMELAS, C.; FONSECA, J. R.: “Aplicación del método bioclimático para determinar el momento de riego en tres empresas cítricas”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 7 (2): 7-18, 1984.
- REY, R.; DE LA HOZ, L.: *Manual de régimen de riego de los principales cultivos de Cuba*. La Habana, Cuba, Editorial ORBE, 120pp., 1979.
- REY, R.: “Respuesta del cultivo del pepino a diferentes tratamientos de humedad y diferentes intervalos de riego”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 2 (1): 29-44, Enero, 1979.

- REY, R.; HERRERA, J.; ROQUE, R.; LAMELA, C.: "El pronóstico del riego en Cuba", *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Serie Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 5 (1): 47-60, 1982.
- ROQUE, R. R.; HERRERA, P. J.; CORONA, L.; GUTIÉRREZ, M.: "Estudio de tres métodos de determinar el momento de riego del cultivo de la papa". *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 9 (2): 59-70, 1986.
- SÁNCHEZ, M. A.; RAMÍREZ, E.: "Evapotranspiración máxima y coeficientes bioclimáticos del maíz sembrado en primavera", *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 11 (1): 23-34, 1988.
- SÁNCHEZ, M. A.; ROQUE, R. R.; BERNAL, P.: "Evapotranspiración máxima y coeficientes bioclimáticos en dos variedades de papa ('Desiree' y 'Kondor')", *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, ISSN 0138-8487, 11 (1): 55-77, 1988.
- SOTOLONGO, B.: "Evapotranspiración máxima del cultivo del maíz", *Agrotecnia de Cuba*, 10 (1): 139-151, 1978.
- TZENOVA, L.E. Optimización del régimen de riego de los cultivos agrícolas. *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Serie Riego y Drenaje*, ISSN: 0138-8487, 1 (2): 53-58, Julio, 1978.
- ZAMORA, H. E.; DUARTE, D. C.; CUN, G. R.; PEREZ, H. R.; LEÓN, F. M.: "Coeficientes de cultivos (*Kc*) en Cuba", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2326-1545, 4 (3): 16-22, (julio-agosto-septiembre), 2014.

Recibido: 25/09/2014.

Aprobado: 08/01/2015.

Publicado: 15/02/2015.

Julián Herrera Puebla, Profesor e Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana., Cuba. Teléfono 6912665. Correo electrónico: direccioninvesti@iagric.cu

	MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	Edición:01
	Procedimiento SCT-PT Procedimiento general para el registro de los servicios científico-tecnológicos	Revisión:00
		Fecha:
		Página:

Ficha Técnica

Denominación del Servicio Científico-Tecnológico (SCT): validación de máquinas y tecnologías agrícolas, (Prueba Estatal).

Clasificación del SCT (según¹): Ingeniería, reingeniería e ingeniería inversa.

Breve descripción del SCT: La validación de máquinas y tecnologías agrícolas de forma resumida Prueba Estatal, se proyecta a partir de las metodologías generales y específicas que existen para tales efectos, donde se describen las acciones a realizar durante el proceso de la validación, regidas por las normas ramales, cubanas e internacionales, que conforman un programa de acuerdo al tipo de equipamiento que se validará.

Este servicio se brinda desde el año 1970. El 12 de mayo del 2006 en Resolución Conjunta MINAGRI- MINAZ se establece y cito textualmente: "Responsabilizar al Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria y al Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje a que, en coordinación con las Áreas de Mecanización de ambos Ministerios, evalúen y propongan al Sistema Empresarial la introducción de nuevas tecnologías de mecanización, riego y abasto de agua, así como los equipos, máquinas e implementos agrícolas para desarrollo de la agricultura en el país".

Este servicio se ejecuta como paso previo para la introducción y extensión de forma masiva en el sector agropecuario y forestal en el país.

Para la ejecución de este servicio se cuenta con investigadores y especialistas de gran experiencia en la actividad.

El principal beneficio de este SCT está en la determinación de la adquisición del equipamiento adecuado a nuestras características y necesidades para su introducción en los sistemas agrícolas del país.

Impacto en la: exportación sustitución importaciones otros (recursos humanos)

Entidad Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Cientes que han recibido esta prestación: Proveedores extranjeros acreditados en Cuba Firmas Internacionales y Empresas Nacionales productoras de equipamiento agrícola que puedan usarse en todas las esferas de la economía que tenga que ver con el empleo de esta maquinaria.

Servicio certificado por un Sistema Gestión Calidad:

Si No (en proceso)

Valor monetario del SCT (MN-CUC) (incluir ficha de precio): Según el equipamiento, donde se considera la complejidad del mismo así como la duración de la Prueba y el territorio donde se ejecute por las condiciones necesarias puede oscilar entre:

1 500 a 5 500 CUP para la Producción Nacional

1 500 a 5 000 CUC para proveedores extranjeros.

Año en que se comenzó a brindar este SCT: 1970

Contacto en la entidad: Esther Hernández (Comercial)

E-mail: iagriccomercial@minag.cu **Teléfono:** (53) (7) 691 7595/ 691 1038

No. Resolución aprobación en el Objeto Social: Res. 48/ 2010 MEP

Fecha de confección de la información: enero 2011

Nombre y Apellidos del Director: Dr. Pedro D. Sotto Batista

Firma y Cuño _____