

# El uso del agua en la agricultura en Cuba

## *About the agriculture water use in Cuba*

Julián Herrera Puebla<sup>1</sup>, Teresa López Seijas<sup>2</sup>, Felicita González Robaina<sup>3</sup>

**RESUMEN.** El presente trabajo analiza la problemática general del uso del agua en la agricultura a partir del contexto internacional y sus particularidades para las condiciones de Cuba. Se presentan datos que actualizan la demanda y uso del agua en los últimos años para la producción agrícola en Cuba así como el crecimiento de áreas bajo riego y la relación entre ambos. Por otra parte se analiza a partir de los valores establecidos de normas totales y eficiencias de riego y los reportes de rendimientos promedios los indicadores de productividad del agua y su comparación con los reportados internacionalmente. Como consideraciones generales principales se plantea que los rendimientos agrícolas en la mayoría de los cultivos están por debajo de los valores que deben alcanzarse bajo riego, lo cual disminuye la eficiencia de utilización del agua y además la rentabilidad del riego, así como se resalta que los problemas que determinan los aparentemente altos consumos de agua por la agricultura en Cuba derivan de la baja eficiencia en el uso del agua por los sistemas de riego, siendo este factor el que determina los altos consumos brutos.

**Palabras clave:** demanda de agua, eficiencia riego, productividad del agua.

**ABSTRACT.** This paper analyzes the general situation of agriculture water use and its particularities for Cuba conditions. This work resume data of water demand and use for agricultural production in Cuba for last years and also data of increasing irrigation area and the relation between both, water demand and irrigation area. It is analyzed beginning from values for irrigation water requirements and irrigation systems efficiency and average yield reports, the indicators of water productivity and its comparison with international reported values. Main general considerations are that agricultural yields in main crops are below of optimal values for crops under irrigation agriculture and this situation influence in decreasing water use efficiency and economical efficiency of irrigation practices. The main problems that determine the high water consumes for agricultural production becomes from low irrigation systems efficiency, that is the factor that determine the total water consumes for irrigation.

**Key words:** water demand, irrigation efficiency, water productivity.

### **Problemática general del uso del agua para la agricultura y su particularidad en Cuba**

A nivel mundial la agricultura es el mayor consumidor de agua, coincidiendo todos los reportes al respecto en señalar que consume anualmente el 70% del agua total utilizada en el planeta (FAO, 2011). Esto es debido a dos factores fundamentales; primero, la gran demanda de agua por unidad de producción que tienen los productos agrícolas, y las eficiencias globales de riego.

El mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de riego es un tema prioritario para la mayoría de los países del mundo (Sánchez y Sánchez, 2004). En el recién finalizado 60 Encuentro del Consejo Ejecutivo de la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la 5<sup>ta</sup> Conferencia Regional Asiática este fue un aspecto analizado y se constató un aumento significativo de la eficiencia del riego (hasta en un 20%) solo con mejoras en la operación de los sistemas y el manejo del riego (Madramootoo y Helen Fyles, 2010; Mukesh y Kapadia, 2010).

Un análisis comparativo de la demanda de agua asignada para las actividades agrícolas del Ministerio de la Agricultura (MINAG) de Cuba en el periodo comprendido entre el 2007 y el 2010 refleja que en el 2007 el agua total asignada para las actividades agrícolas del MINAG constituía el 36% (2157,120 hm<sup>3</sup>) del total del país mientras que ya en el 2010 y 2011 este porcentaje asciende a 44% (3521,524 hm<sup>3</sup>) y 47% (4169,681 hm<sup>3</sup>) respectivamente (INRH, 2011).

Por su parte el área total bajo riego en el sistema productivo del MINAG es de 416 367 (Cuba, Ministerio de la Agricultura, 2010). Del total de áreas bajo riego en el 2010, el 75% corresponden al riego por gravedad (41% con bombeo y 34 sin bombeo), el 19% a riego por aspersión (5% aspersión portátil, 8% semi estacionaria, 5% de pivotes eléctricos, 1% de máquinas de riego Fregat, y el 0,1% a máquinas Voltzhankas), el 5% al riego localizado (4% por goteo, 1% por micro aspersión) y 2% a otras técnicas. Los mayores crecimientos en áreas con valor de uso bajo diferentes técnicas de riego están en el riego por

<sup>1</sup>Dr. C. Agrícolas, Investigador y Profesor Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), E-mail: [julian@iagric.cu](mailto:julian@iagric.cu)

<sup>2</sup>Dr. C. Agrícolas, Investigador y Profesor Titular, Directora Científica Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric),

<sup>3</sup>M.Sc., Investigador y Profesor Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric).

Recibido 21/12/10, aprobado 23/11/11, trabajo 00/11, puntos de vista.

gravedad (cerca del 80%) así como en el riego con máquinas de pivote central eléctricos (42%) y el goteo (32%).

La distribución de las áreas bajo riego por cultivos en el periodo 2007-2010 es la siguiente: el mayor porcentaje se utiliza para el arroz, 43%, en segundo lugar están los cultivos varios (viandas, hortalizas y granos) con un 34-39%, le siguen los cítricos y frutales con un 9-8% y un 6-8% para el Tabaco, y los menores valores están en Pastos y Forrajes, con un 4-2%. Los mayores crecimientos en áreas con respecto al 2007 están en los cultivos de viandas, hortalizas y granos, con un 26%, seguido del arroz con un 9%.

Un análisis de la relación entre el agua total asignada para el riego de los cultivos agrícolas y las áreas bajo riego refleja un crecimiento de este índice del 52%, de 5,3 Mm<sup>3</sup>/ha en el 2007 a 8,1 Mm<sup>3</sup>/ha en el 2010, y en este crecimiento tiene un mayor peso el aumento de esta relación para el cultivo del arroz (de 6,5 Mm<sup>3</sup>/ha a 9,8 Mm<sup>3</sup>/ha).

Esto evidencia que no es el crecimiento en áreas bajo riego el que provoca el aumento de la demanda de agua sino por una parte el crecimiento en áreas destinadas a cultivos altos consumidores de agua y por otra parte a la ineficiencia de los sistemas con muchos años de

explotación y sin un programa de reparación y mantenimiento efectivo, a lo cual se le suman también aspectos de operación y manejo ineficiente de los mismos.

#### **Cuantificación de demandas de agua para riego, indicadores de la productividad del agua y de las eficiencias de riego en Cuba**

A nivel de país las demandas de agua para los cultivos, expresadas como norma neta total anual alcanzan hasta 12 284 m<sup>3</sup>/ha (plátanos), con un promedio nacional de 5300 (Tabla 1), mientras que en el arroz los valores son de 10 478 m<sup>3</sup>/ha para la época de frío y de 9 266 m<sup>3</sup>/ha para la primavera (Tabla 1). Estos valores, calculados a partir de numerosos experimentos realizados en el país desde 1969, bajo la dirección metodológica del antes Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD) hoy Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), son los utilizados actualmente en el cálculo de las demandas de agua y también son los mismos que se utilizaron al desarrollar el esquema hidráulico nacional (INRH, 1999).

**TABLA 1. Normas totales (anuales) netas para los cultivos bajo riego en Cuba**

<b>VIANDAS</b>	<b>Norma media (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>HORTALIZAS</b>	<b>Norma media (m<sup>3</sup>/ha)</b>
Plátano Fruta Fomento	12 284	Tomate Tardío	3 048
Plátano Fruta Producción	10 905	Tomate Temprano	2 690
Plátano Vianda Fomento	11 855	Tomate Fecha óptima	2 881
Plátano Vianda Producción	7 664	Lechuga	2 561
Papa	3 431	Pepino	2 944
Malanga	8 216	Cebolla	3 515
Yuca	2 720	Ajo	3 683
Calabaza	3 312	Col	2 671
		Pimiento Fecha Óptima	4 052
		Pimiento Tardío	2 846
<b>GRANOS</b>		<b>CITRICOS</b>	
Frijol	3 717	Naranja	9 019
Soya Primavera	3 610	Toronja	8 568
Soya Invierno	3 802	Limón	9 701
Maíz Invierno Seco	3 576		
Maíz Invierno Tierno	3 652	<b>PASTOS Y FORRAJES</b>	
Maíz Primavera Seco	3 292	Forraje de corte	8 331
Maíz Primavera Tierno	4 052	Pasto rastrero	6 424

La Tabla 2 compara los rendimientos y eficiencias de consumo del agua (agua demandada como Evapotranspiración/producción alcanzada) para un grupo de cultivos según el boletín 33 de FAO (1980) y los valores alcanzados en Cuba. Como puede observarse, salvo en la papa, los rendimientos en todos los cultivos están por debajo de los valores reportados por FAO, y por consiguiente las eficiencias también son menores.

**TABLA 2. Rendimiento y eficiencia del uso del agua en algunos cultivos seleccionados según FAO (Boletín 33) comparados con los obtenidos en Cuba**

Cultivo	Rendimiento (t/ha)		Eficiencia (kg/m <sup>3</sup> )	
	Cuba	FAO (Boletín 33)	Cuba	FAO (Boletín 33)
papa	19-38,5	15-25	7,1-21,8	4-7
arroz		3,5-5		0,6-1
banana	9,54-47,99	40-60	1,1-4,4	3-5
col	8,6-9,9	25-35	3,9-4,5	12-20
Cebolla	3,9-18,7	35-45	4,4-5,8	8-10
Caña de azúcar		110-150		5-8
frijol	1,5-2,98	1,5-2	0,59-1,9	1,5-2
girasol		2,5-3,5		0,3-0,5
maíz	1,98-8,3	6-9	0,93-2,53	0,8-1,6
maní		3,5-4,5		0,8-0,8
tabaco		2,-2,5		0,4-0,6
tomate	19,3-77,9	45-65	5-18	10-12
sorgo	3,09-4,95	3,5-5	0,96-1,47	0,6-1
cítricos		20-40		2-5

Como puede observarse de las Tablas 1 y 2, los indicadores de consumo de agua netos por los cultivos utilizados en el país con vistas a la planificación y que deberían servir también para la operación de los sistemas están acorde con la realidad de la necesidad del cultivo, un ejemplo de ello es el caso de la papa, con una casi excelente atención agrícola donde los rendimientos alcanzados son similares a los mayores productores mundiales y la eficiencia de consumo del agua también alcanza valores por encima del rango internacional.

De lo anterior se desprende que nuestros índices de consumo netos de agua para la planificación y operación de los sistemas de riego (incluyendo los del arroz) están acorde con los estándares internacionales, de ahí que puede afirmarse que los problemas que determinan los aparentemente

altos consumos de agua por la agricultura derivan de la baja eficiencia en el uso del agua, siendo este factor el que determina los consumos brutos.

La Tabla 3 muestra los valores indicativos de eficiencia general aceptados como buenos a nivel mundial (FAO, 1989), comparado con los utilizados en Cuba para el cálculo de las demandas brutas de agua. Estas eficiencias, para el caso de los valores de FAO (1989) son a nivel de campo y para el caso de los valores de Cuba se utilizan indistintamente como eficiencias globales o a nivel de campo. Para entender esta diferencia, es bueno recordar que la eficiencia global de un sistema es el resultado de la multiplicación de las eficiencias del mismo (expresadas como una fracción) en cada una de sus partes (conducción, distribución, aplicación, etc.).

**TABLA 3. Valores indicativos de la eficiencia de aplicación en el campo para diferentes técnicas de riego**

Métodos de riego	Eficiencia de aplicación en campo (%)	
	(FAO, 1989)	Cuba (resolución 21/99, INRH)
Riego superficial (surcos, terrazas, bandas)	60	50
Riego por aspersión	75	0.75-80
Riego por goteo	90	0.85

Para el caso del riego por aspersión y el riego localizado, las eficiencias utilizadas para el cálculo de la demanda, y las obtenidas en evaluaciones de campo por el IIRD en sistemas de aspersión portátiles de media y baja presión, localizado, maquinas de pivote central y enrolladores, responden a los estándares internacionales, sin embargo las mismas se ven afectadas por problemas de operación, mantenimiento y calificación del personal que las

opera, algunos de estos problemas se muestran en la Tabla 4.

Como puede observarse, aun cuando los sistemas de riego por aspersión no alcanzan la eficiencia esperada de los mismos y por tanto contribuyen también al alto consumo de agua por la agricultura, sus problemas principales están centrados en la operación, lo cual también es soluble si se contará con el personal adecuado, al menos a nivel de municipio, capaz de realizar la labor de asistencia técnica en cada sistema.

Como la mayor parte de los sistemas de riego por aspersión requieren de energía adicional (diesel o eléctrica) para su operación, los problemas de ineficiencia en la utilización del agua, que significan aplicar más agua de la necesaria, se tornan inmediatamente en problemas de mayor consumo energético. De ahí que al controlar los

consumos de energía en los mismos también se está controlando el uso del agua, pero el problema básico aquí consiste en que ninguno de los dos indicadores se controla a nivel de equipo y por tanto es bastante difícil determinar si se trabaja con la eficiencia adecuada o no y por tanto si gasta más agua y energía de la requerida.

**TABLA 4. Factores que inciden en las pérdidas de eficiencia en los sistemas de riego por aspersión**

<b>Operación</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Personal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mayor tiempo de riego que el necesario.</li> <li>• espaciamiento inadecuado de los aspersores</li> <li>• intervalos fijos de riego sin aprovechar la humedad aportada al suelo por las lluvias</li> <li>• aplicación del riego con vientos excesivos</li> <li>• presión inadecuada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• roturas y salideros en las tuberías conductoras</li> <li>• tupiciones en los emisores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• escasez de personal para las labores de operación a nivel de sistemas de riego</li> <li>• falta de calificación en el personal directamente vinculado a la operación</li> </ul>

Aun cuando los sistemas de aspersión presentan problemas, las grandes pérdidas de agua que ocurren en el país pueden atribuirse a los sistemas donde el agua se conduce por canales abiertos, particularmente los dedicados al riego del arroz. Como puede observarse en la Tabla 5, el sector agrícola (MINAZ + MINAG) consume casi el 60% del agua total utilizada anualmente en el país y de ella entre el 52 y el 32% es consumida por el arroz. Según los datos de área bajo riego con valor de uso en el 2010, donde se reportan 416 367 ha bajo riego, la gravedad ocupó el 78% de esta área y dentro de ella el arroz tiene un 44%.

La Tabla 6 muestra las áreas bajo riego por gravedad para los diferentes cultivos según los datos del 2009; en ella es notable el área regada por gravedad que utiliza bombeo, es decir energía adicional y donde cada ganancia obtenida en eficiencia significa ahorro energético.

La eficiencia de un sistema de riego por gravedad está compuesta por tres factores:

1. La eficiencia de conducción del canal principal;
2. La eficiencia de conducción de los canales de distribución internos;
3. La eficiencia de aplicación del agua dentro del campo.

Cada uno de estos actores tiene un valor específico expresado como una fracción que al multiplicarlos todos expresa la eficiencia global del sistema. De este modo las eficiencias varían según la parte del sistema de que se hable, así las eficiencias mostradas en la Tabla 3 para el caso de los valores reportados por FAO (1989) se refieren

a las eficiencias de aplicación en el campo y las del INRH, al parecer se refieren a eficiencias globales. La Tabla 7 muestra las eficiencias globales utilizadas para el cálculo de los balances de agua en el arroz.

Tanto la eficiencia mostrada en la Tabla 3 para la gravedad en general, como las de la Tabla 7 para el arroz en particular, no responden a las condiciones actuales de estos sistemas en Cuba y al considerarlas globalmente muy por encima de los estándares internacionales.

La Tabla 8 muestra valores indicativos de eficiencia para canales en buenas condiciones así, si asumimos una eficiencia de 0,95 para un canal revestido, luego este canal entrega a un canal de arcilla con una eficiencia de 0,8 (acorde con los estándares de la Tabla 8) que entrega a una terraza arrocera con un diseño casi perfecto, donde los resultados de experimentos en campo realizados por el IIRD en el año 2000 en la provincia de Granma, demostraron que se puede obtener hasta un 80% de eficiencia, la eficiencia global de este sistema sería de  $0,95 \times 0,8 \times 0,8 = 0,61$ ; valor por debajo de cualquiera de los coeficientes que aparecen en la Tabla 7.

Las condiciones de la red de canales de riego del país, no permiten alcanzar, en los de mejor condición, una eficiencia superior al 50%, tal y como han demostrado las inspecciones realizadas por el INRH a canales en Granma (INRH, 2009), de ahí que es imposible en el momento actual y hasta tanto no se realicen las operaciones de mantenimiento y reconstrucción necesarias alcanzar los valores indicados en la Tabla 7.

**TABLA 5. Uso del agua (1999, 2009 y 2010) para diferentes sectores económicos del país**

Actividad socioeconómica	Agua Demandada (hm <sup>3</sup> )		
	1999	2009	2010
Agricultura cañera	1 577,30	1 118,8	850,44
Agricultura no cañera	3 979,30	3 080,9	3 523,4
Producción de arroz	2 062,50		1 127,83
Sub total Agricultura	5 556,60		4 373,84
% agricultura	0,58		0,55
% arroz	0,52		0,32
% arroz vs total	0,21		0,14
Industria	348,80		
Población	1 631,90	1 840,8	1 773,8
Otros Usos	2 473,90	940,5	756,31
caudal ambiental		418,83	426,8
perdidas		608,1	629,7
Demanda Total	9 662,40	8 007,93	7 960,45

**TABLA 6. Área por cultivos (Miles ha) que utilizan la gravedad con o sin bombeo según Balance MINAG 2009**

Cultivo	con bombeo	sin bombeo	total	%	Porcentaje del total	
					con bombeo	sin bombeo
Arroz	47,52	121,03	168,55	58,7	0,17	0,42
Pastos	2,08	7,98	10,06	3,5	0,01	0,03
Frutales	2,86	0,3	3,16	1,1	0,01	0,00
Cítricos	1,64		1,64	0,6	0,01	0,00
Tabaco	22,31	0,09	22,4	7,8	0,08	0,00
Viandas, Vegetales y Granos	54,99	4,53	59,52	20,7	0,19	0,02
Plátano	16,79	1,87	18,66	6,5	0,06	0,01
Huertos y Organóponico	2,91	0,16	3,07	1,1	0,01	0,00
Total	151,1	135,96	287,06	287,06	0,53	0,47

**TABLA 7. Eficiencias Globales para el cultivo del arroz de acuerdo a la Resolución 21/99 del INRH**

Provincia	Coefficiente
Pinar del Río	0.70
La Habana	0.70
Matanzas	0.70
Sancti Spíritus	0.68
Ciego de Ávila	0.68
Camagüey	0.68
Las Tunas	0.68
Holguín	0.68
Granma	0.68

**TABLA 8. Valores indicativos de eficiencia de conducción para canales con un mantenimiento adecuado (FAO, 1989)**

Tipo de suelos	arena	limoso	arcilla	revestidos
Longitud del canal				
Largo (>2000 m)	60	70	80	95
Medio (200-2000 m)	70	75	85	95
Cortos (<200 m)	80	85	90	95

No solo es la eficiencia global del uso de agua la que incide en los grandes volúmenes consumidos y la poca respuesta en rendimiento a los mismos que tradicionalmente se obtienen. La mayor parte de esta agua, supuestamente utilizada no es medida en los puntos de entrega, por lo que no hay ningún control del agua que realmente llega al campo.

#### CONSIDERACIONES FINALES

De lo anteriormente expuesto pueden sacarse las siguientes consideraciones generales sobre la problemática del uso del agua para la producción agrícola en las condiciones actuales de Cuba:

Los rendimientos agrícolas en la mayoría de los cultivos están por debajo de los valores que deben alcanzarse bajo riego, lo cual disminuye la eficiencia de utilización del agua y además la rentabilidad del riego.

Los problemas que determinan los aparentemente altos consumos de agua por la agricultura en Cuba derivan de la baja eficiencia en el uso del agua,

siendo este factor el que determina los altos consumos brutos.

Aun cuando la eficiencia del uso del agua en los sistemas de riego por aspersión no es mala, un considerable ahorro de agua y energía pudiera obtenerse si se introduce el control del momento del riego mediante el pronóstico, basado en la cuantificación de los balances hídricos.

El estado de los canales de riego atendidos por la agricultura es malo, falta mantenimiento y en muchos casos su total reconstrucción. Esta situación empeora en el caso de los canales de drenaje.

La mayor parte de las obras hidrométricas están fuera de servicio lo que impide no solo la medición del agua utilizada, sino también el control del agua entregada.

Hay una falta del personal para la operación y control de los canales y obras hidrométricas y la operación del riego en sentido general.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Balance nacional de áreas bajo riego 2009, Dirección de Ingeniería Agrícola, Documento interno en proceso de publicación por el MINAG*, La Habana, Cuba, 2010.
2. FAO: *Las necesidades de agua de los cultivos*, Boletín No. 24, Serie Riego y Drenaje, Roma, 1974.
3. FAO: *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, Boletín No. 33, Serie Riego y Drenaje, Roma, 1980.

4. FAO: *Organización, operación y conservación de los proyectos de riego*, Boletín No. 40, Serie Riego y Drenaje, Roma, 1987.
5. FAO: *Eficiencias de los sistemas de riego*, Boletín No. 45, Serie Riego y Drenaje, Roma, 1989.
6. FAO: *Aquastat, FAO's Information System on Water and Agriculture [en línea]*, Disponible en: [http://www.FAO.org/nr/water/aquastat/water\\_use\\_agr/index6.stm](http://www.FAO.org/nr/water/aquastat/water_use_agr/index6.stm). [Consulta: diciembre 18 2011].
7. INRH: *Normas totales netas y coeficiente de eficiencia para la determinación de las normas brutas de los principales cultivos agrícolas*, Resolución No.21/99 vigente hasta la fecha, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba, 1999.
8. INRH: *Informe sobre condiciones de la red de canales de riego en la provincia de Granma*, Informe Técnico, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba, 2009.
9. INRH: *Demanda de agua del MINAG en el periodo 2007 al 2011*, Dirección de Obras Hidráulicas, Informe elaborado para la Dirección de Ingeniería Agrícola del MINAG, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba, 2011.
10. MADRAMOOTOO, CH. A. & H. FYLES: "Irrigation in the context of today's global food crisis, Irrigation and Drainage", *Irrig. and Drain.*, 59: 40–52, 2010.
11. MUKESH, B. J. & V.P. KAPADIA: "Sharing water in the 21st century: Rethinking the rationale? Irrigation and Drainage", *Irrig. and Drain.*, 59: 92–101, 2010.
12. SÁNCHEZ, L. D. y A. SÁNCHEZ: *Uso eficiente del agua*, International Water and Sanitation Centre, CINARA, 2004.

