



Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias  
Universidad Agraria de La Habana  
paneque@isch.edu.cu  
ISSN (Versión impresa): 1010-2760  
CUBA

2003

Candelario Alemán García / Pedro González Baucells / Ramón Pérez Leira / Reynaldo Roque Rodés

ORGANIZACIÓN: ASPECTO CLAVE EN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE RIEGO Y EN LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA

*Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, año/vol. 12, número 003

Universidad Agraria de La Habana

La Habana, Cuba

pp. 31-35

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

---

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



# Organización: Aspecto clave en la sostenibilidad de los sistemas de riego y en la eficiencia del uso del agua

## Organization: Key in sustainability successful in irrigation system and water use efficiency

Candelario Alemán García<sup>1</sup>, Pedro González Baucells<sup>2</sup>, Ramón Pérez Leira<sup>3</sup>, Reynaldo Roque Rodés<sup>4</sup>

**RESUMEN.** Las áreas bajo riego del país muestran pobres niveles de producción y están lejos de alcanzar la mitad de su potencial. Este trabajo tiene el objetivo de analizar diferentes factores que inciden en los sistemas de riego en un territorio, para ello se hicieron encuestas, observaciones y mediciones de algunos parámetros de explotación en varias empresas de cultivos varios de Cuba, que miden el grado de aprovechamiento y organización de la operación de las técnicas de riego, la disponibilidad de la maquinaria, talleres y bases de aseguramiento, la fitotecnia aplicada y otros. Además expone un modelo de estructura organizativa que garantice una explotación eficiente y sostenible de las áreas de regadío.

**Palabras clave:** organización, sistemas de riegos, eficiencia, coeficientes de utilización del tiempo y de uniformidad.

**ABSTRACT.** The areas under irrigation in the country show poor levels of production and are far of reaching the half of potential. This paper is aiming at analyzing different factors that influenced the irrigation systems in a zone, the paper also takes into account surveys, observations and measurements of the exploitation parameters in several Cuban agricultural enterprises, features that allow to measure the organization, operation and efficiency of irrigation techniques, the availability of the machinery, workshop and material resources, as well as the agriculture techniques applied, among others. Besides it shows a model of an organizative structure that guarantee an efficient and sustainable exploitation of the irrigated areas.

**Key words:** organization, irrigation system, efficiency, use time and uniformity coefficient.

Recibido 10/02/03, trabajo 27/03, investigación

<sup>1</sup> MSc., CENHICA, C. de La Habana, Cuba, Teléfono: 579284. E-mail: [cenhica@ceniai.inf.cu](mailto:cenhica@ceniai.inf.cu)

<sup>2</sup> MSc., Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), CP. 6090, C. de La Habana, Cuba. Telefax 911038. E-mail: [iird@ceniai.inf.cu](mailto:iird@ceniai.inf.cu)

<sup>3</sup> CIH, ISPJAE.

<sup>4</sup> Dr., IIRD.

## INTRODUCCIÓN

Las áreas de regadío en Cuba no alcanzan los resultados productivos esperados, salvo pocas excepciones; los rendimientos oscilan entre el 8 y el 35% del potencial de los cultivos. G. R. Juan (1992) planteó que los cultivos económicos tienen una respuesta positiva al riego basándose en una evaluación de 18 cultivos entre viandas, granos, caña, tabaco y hortalizas y concluyó que los rendimientos pueden crecer hasta 2,3 veces. En numerosas ocasiones las áreas regadas obtienen un cultivo de estación con buenos resultados, pero luego desaprovechan áreas el resto o gran parte del año. A veces el mal estado técnico de los sistemas o la inadecuada planificación perjudican la producción agrícola. Sagardoy *et al.* (1991), reportan que el mal funcionamiento de un sistema de riego no solo se debe a problemas técnicos en su diseño y construcción, sino que muchas veces es el agricultor quien no se preparó para la actividad de regadío.

La mecanización masiva del riego y la gran extensión de las máquinas de pivote central y otras, aunque logran elevadas productividades de áreas regadas por hombre, muestran signos de poca efectividad agrícola y baja eficiencia del uso del agua, que atañen generalmente a su uso incorrecto, al desconocimiento del modo de operar estas tecnologías y a una deficiente organización de la explotación a nivel territorial.

*El objetivo de este trabajo es mostrar factores técnicos y organizativos que inciden negativamente en la sostenibilidad de las áreas bajo riego, en la eficiencia del uso del agua y las formas de solucionarlos.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en empresas de cultivos varios de todo el país. Los coeficientes de utilización del tiempo efectivo de trabajo se determinaron por fotocronometrajes a 8 pivotes centrales de la provincia de La Habana desde 1993 a 1995, en observaciones continuas de 8 horas hasta completar 80 horas por sistema, en días laborables de 4 a.m. a 10 p.m., clasificando los tiempos sin funcionar por diferentes motivos. Para el cálculo se utilizó la fórmula:

$$Kut = TF / \Sigma TSF$$

Donde:

Kut - coeficiente de utilización del tiempo de trabajo efectivo.

TF - tiempo en funcionamiento

TSF - tiempo sin funcionar

La evaluación del cultivo de la cebolla de siembra directa fue efectuada en un pivote central de Quivicán, en La Habana. La determinación de los parámetros de calidad de riego de los pivotes centrales fueron por medición de pluviometrías hechas a cada sistema y procesadas en un ordenador mediante el programa *Pivot*. El análisis del aprovechamiento de las áreas y los criterios sobre organización y explotación fueron tomados en observaciones *in situ* y mediante encuestas a operadores y agricultores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Efectividad del tiempo de funcionamiento de las máquinas de riego

La Tabla 1 muestra el resultado de la determinación del coeficiente de utilización del tiempo de trabajo efectivo (Kut) en 8 pivotes centrales en la provincia de La Habana, cuya organización del trabajo es considerada como promedio del país. Se observa como valor medio un Kut de 0,55, bajo si lo comparamos con lo obtenido por Shteipi (1979) de 0,92 y reportado por Alemán (1996) y el de Astashov (1988) con 0,93, ambos en la URSS, o el obtenido por Santana (1981) de 0,87 en una máquina regando caña en Cuba.

**TABLA 1. Coeficientes de utilización del tiempo laboral Kut en 8 pivotes centrales hidráulicos**

Sistema	Longitud del pivot (m)	Cultivo sembrado	Kut
1	199	ajo	0,51
2	229	papa	0,56
3	337	zanahoria	0,39
4	337	papa	0,56
5	340	cebolla	0,55
6	337	tomate	0,60
7	283	zanahoria	0,18
8	417	papa	0,69
-Promedio-			0,55

Se aprecia que la longitud de la máquina no influye en el aprovechamiento del tiempo, sino la prioridad dada al cultivo, pues la papa, el ajo, la cebolla y el tomate eran controlados y atendidos con mayor insistencia por los directivos de las empresas. En este caso la zanahoria, y en otros como la col, yuca, remolacha, etc., no reciben el mismo grado de atención, recursos y controles. Las pérdidas de tiempo en el funcionamiento de los sistemas de riego (ver Tabla 2), se relaciona con aspectos organizativos como falta de coordinación entre las distintas actividades agrotécnicas y el riego; carencia de servicios técnicos de reparaciones de 6 p.m. a 8 a.m., a pesar de que los sistemas trabajan en horas nocturnas, por lo que pequeños percances mecánicos no son resueltos hasta el día siguiente; exceso de tiempo en aviso de roturas dados por los inadecuados medios de comunicación existentes, etcétera.

Las roturas de las estaciones de bombeo denotaron falta de conocimientos técnicos de operación, como ejes de bombas partidos por no prelubricar adecuadamente. También se observó que los operadores trabajan turnos de 16 horas y más de forma continua, de ahí que el agotamiento físico haga que disminuya la atención al control de los parámetros técnicos, causando roturas innecesarias. Las interrupciones por humedad de los suelos a causa del clima fueron normales para las condiciones de Cuba en el período evaluado.

**TABLA 2. Motivos de interrupciones del funcionamiento de los sistemas de riego**

Causa de la interrupción	% de tiempo interrumpido	
Labores fitotécnicas	32,2	
Dificultades organizativas en reparaciones	23,5	55,7
Roturas del motor	8,0	
Roturas de bombas	18,1	35,2
Roturas de sistemas de riego	9,1	
Por lluvias o exceso de humedad	9,1	
	100,0	

**2. Relación de los Kut de los sistemas de riego vs garantía de producción agrícola**

La figura 1 muestra el tiempo de giro a máxima velocidad de pivots hidráulicos de diferentes torres para distintos Kut. Si se tiene en cuenta que los Kut reales de las empresas están alrededor de 0.55, se comprende la inestabilidad de la producción hortícola cuando en sus fases iniciales demandan intervalos de riegos inferiores a 72 horas. De ahí que para garantizar una supervivencia elevada hay que sembrar estos cultivos en máquinas menores de 11 torres mientras prevalezcan las condiciones organizativas actuales.

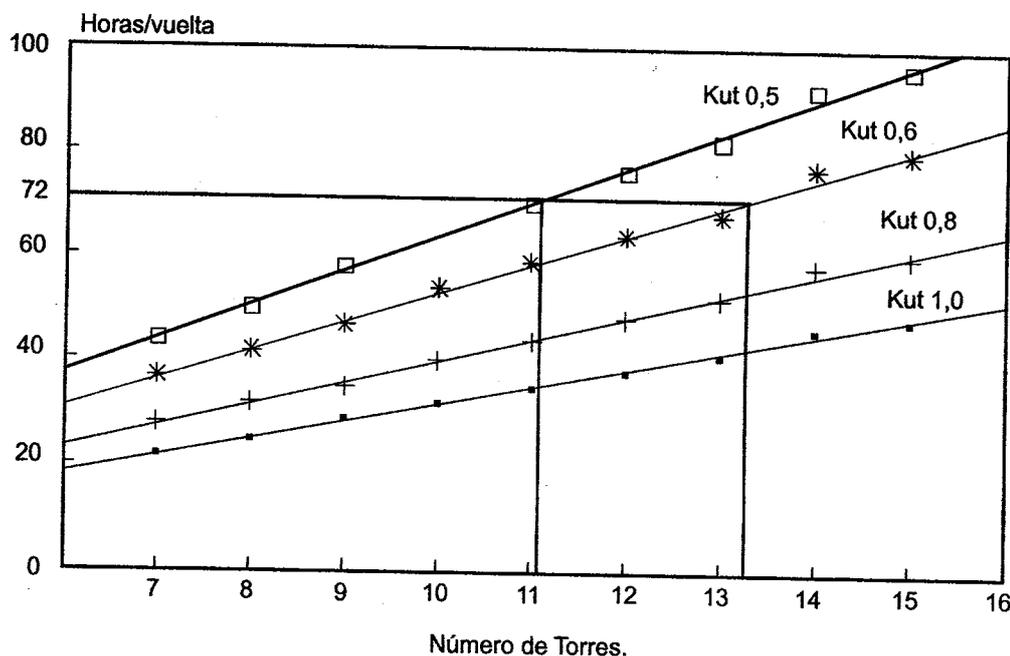


FIGURA 1. Intervalo de riego en Fregats a máxima velocidad vs diferentes Kut.

**3. Necesidad de labores mecanizadas en áreas de pivotes centrales hidráulicos**

Los pivotes hidráulicos se mueven en una sola dirección y abarcan grandes áreas. Este hecho repercute en la organización de la siembra de los cultivos. A mayor diferencia en días de siembra entre los distintos sectores dentro del sistema, mayores son también las diferencias de las exigencias hídricas del cultivo. Muy importante en las hortalizas por su gran sensibilidad a pequeños cambios del régimen de riego en sus primeros estadios de desarrollo. La Tabla 3 recoge la evaluación de una Fregat de 12 torres que fue sembrada con semilla botánica de cebolla en 4 cuadrantes o sectores. Cada sector se *desfasó* en más de 10 días uno del otro. En ella se refleja la cantidad de días que cada cuadrante estuvo imposibilitado de que entrasen a trabajar fumigadoras u otros equipos mecanizados, por estar la Fregat detenida en él a causa de alguna rotura que no permitía moverla. Puede verse una relación directa entre los días afectados, especialmente en la primera fase y el rendimiento final, pues el alar-

gamiento de un día del intervalo de riego en la fase *germinación-desarrollo de las plántulas*, malogra gran número de ellas y es donde más exigencias fitosanitarias requiere de forma inmediata, que solo es posible satisfacer si se cuenta con la maquinaria agrícola apropiada.

**4. Insostenibilidad del regadío por inadecuada organización territorial**

El personal técnico especializado de riego es muy escaso a nivel de granjas. Una encuesta a 10 empresas de cultivos varios durante 1997 en la provincia de La Habana, en un área de 24 545 ha, arrojó lo siguiente:

- Existe un técnico en función de riego por cada 3 506 ha; en 1993 había un técnico cada 409 ha, es decir que se redujo en 8,6 veces.
- El 50 % de los técnicos para la operación y manejo del riego, son de nuevo ingreso, sin la experiencia y el conocimiento necesario para desempeñar bien esta tarea.

**TABLA 3. Días interrumpidos por la máquina y rendimientos obtenidos por cuadrantes.**

Fases de desarrollo	U.M.	Cuadrantes			
		I	II	III	IV
Primera fase	días	9	12	1	5
Segunda fase	días	10	2	2	-
Total	días	19	14	3	5
Rendimiento	ton/ha	9,9	Demolido	13,8	11,2

- En una valoración del dominio de los jefes de riego de las empresas, a través de la medición del conocimiento de los indicadores técnico-económico y de los objetivos de trabajo propuestos para el año en curso, de una escala de 0 a 3, se obtuvo que cinco de los diez jefes encuestados recibieron 0, dos de ellos alcanzaron 1 y los otros dos obtuvieron 2 puntos.
- La forma en que se distribuyen las tareas y responsabilidades de carácter técnico, se pudo constatar que de las 10 empresas solo en dos se trabaja de forma aceptada y una de ellas logra una comunicación efectiva con los usuarios.
- En el establecimiento de riego de la empresa que mejor trabajo desempeña, hay una estructura organizativa donde las tareas y funciones están bien delimitadas de acuerdo con los objetivos propuestos; existen buenas relaciones y entendimiento entre las unidades productivas y el establecimiento; logran un buen nivel de comunicación entre el personal técnico de riego y las unidades agrarias; los jefes de riego de las unidades agrarias y el establecimiento efectúan reuniones de trabajo periódicas para analizar los problemas que se presentan a diario y la forma de resolverlos, aunque pudiera obtener mejores resultados si contara con una estructura organizativa más integral.

El resto de las provincias presentan similar situación. Hoy los establecimientos de riego cuentan con 1 ó 2 especialistas dedicados fundamentalmente a tareas de aseguramiento y operación, quedando fuera de control el seguimiento de los parámetros técnicos como, uniformidad, eficiencia, lámina aplicada, calidad de riego, etc., ocupados constantemente en reparar roturas aparentemente fortuitas. Una evaluación de la uniformidad de riego en 9 unidades de 6 empresas agrícolas, dio valores entre 45,0 y 65,8 % y eficiencias entre 39,1 y 58,0 % (Tabla 4). Un simple reordenamiento del módulo de emisores realizado por un especialista a nivel de base, hizo que se alcanzaran uniformidades superiores al 85 % y la eficiencia superara el 70 %, permitiendo ahorros de 204 120 litros de combustible diesel en 100 días de trabajo.

Antes de 1994 en el territorio de Güira de Melena, con 53 pivots, ocurría un promedio de 7 a 10 máquinas que se partían cada año, con gran perjuicio a los cultivos. En 1995, cuatro especialistas de riego, con el control sistemático de los parámetros técnicos y de la calidad de los mantenimientos y del asesoramiento a los operadores, logró que no hubiera roturas por esa causa.

Durante 7 años, en Nueva Paz, 14 máquinas Fregats no funcionaban por diferentes motivos. A partir de 1994, cinco

**TABLA 4. Coeficientes de Uniformidad (CU) y Eficiencia Potencial de Aplicación (EPA) de pivots en explotación**

Identificación del pivot	Lugar	CU (%)	EPA (%)
18	Nueva Paz	45,0	39,1
1	Quivicán	63,4	58,9
12	Quivicán	59,1	54,3
5	Quivicán	63,8	-
6	Quivicán	58,3	50,7
15	Alquízar	64,0	62,0
Maceo	Güira	67,3	-
9	Melena	68,2	-
Pulido	Alquízar	65,8	58,0

especialistas estudiaron las causas de su infuncionabilidad y dos años después habían incorporado 6 de ellas al proceso productivo y elaborado la estrategia para incorporar el resto.

Es notoria la complejidad de la operación de la maquinaria agrícola y las técnicas de riego cuando más del 60% del área de un territorio se deben preparar y cultivar simultáneamente, debido al pico en la demanda de las labores, por eso es necesario la presencia de especialistas de riego a nivel de granja que puedan participar en el planeamiento del proceso productivo.

El deterioro ambiental de suelos y acuíferos en los territorios bajo riego, amenaza sus potencialidades productivas si se hace una explotación irracional y sin control de sus recursos hídricos y de las tecnologías utilizadas. La sostenibilidad no es una misión imposible de lograr, sino una visión imposible de evadir (Spencer, 1997), y para ello se requiere de personal capacitado y organización adecuada.

#### 5. Fortalecimiento de la organización territorial

Para aumentar la eficiencia económica de los sistemas de regadío es necesario fortalecer las estructuras zonales de riego, especialmente con técnicos y especialistas a nivel de granja o grupos de sistemas. El resultado de una investigación sobre las organizaciones de riego nacionales que mejores funcionaron y de la experiencia internacional, apuntan como la vía más razonable en las actuales condiciones de Cuba, la implementación de un modelo donde el grupo de riego y drenaje funcione con independencia económica y preste sus servicios técnicos, de mantenimiento, de montaje y reparación de

equipos, de asesoramiento y capacitación a los productores; para esto hay que reforzar el grupo de operaciones diarias de los sistemas y crear otro de ingeniería de riego para la preven-

ción y solución de los complejos problemas de la explotación regional de las áreas bajo riego. La estructura propuesta se muestra en la figura 2.

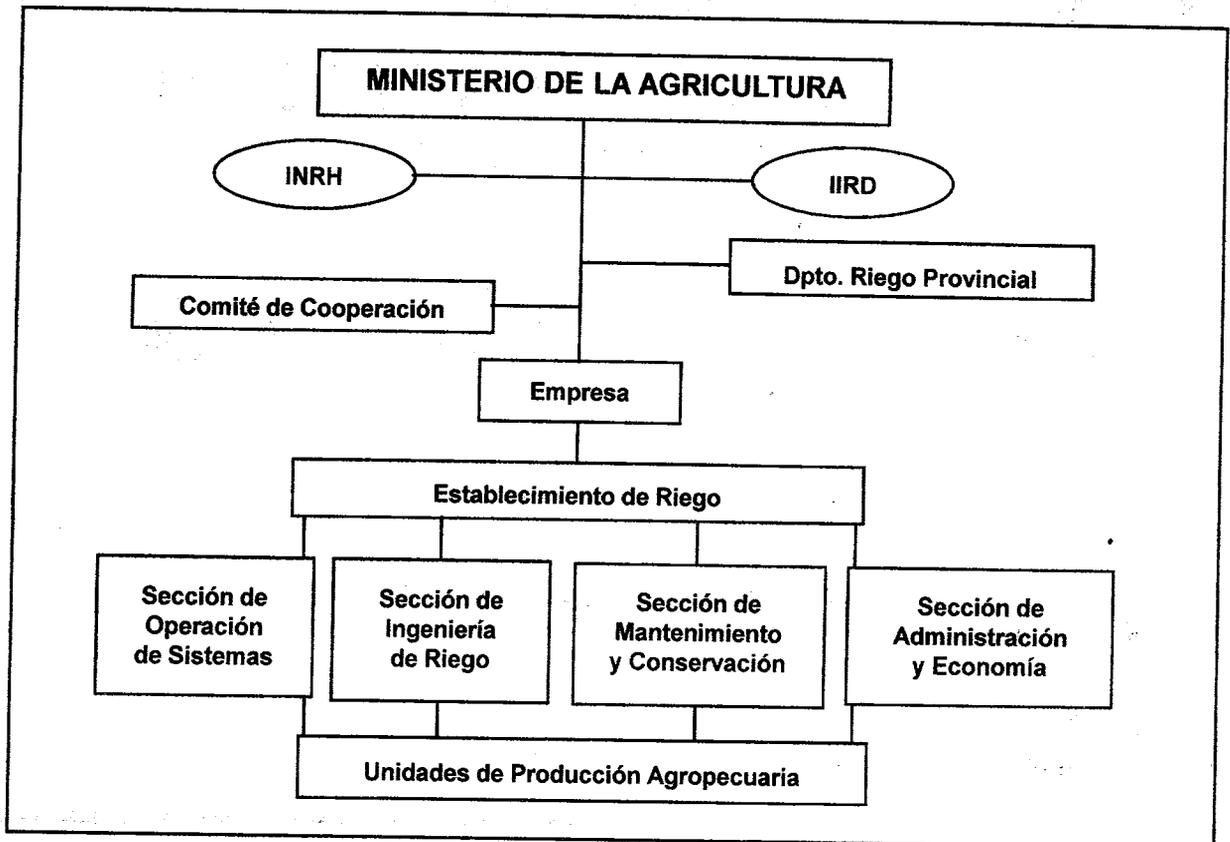


FIGURA 2. Estructura de Organización Territorial de Riego y Drenaje y Esquema de Subordinación

## CONCLUSIONES

Para garantizar estabilidad, sostenibilidad en la producción agrícola y eficiencia en el uso del agua, es necesario por territorio: determinar los *índices reales de efectividad del tiempo de trabajo* por unidad de riego; establecer la *siembra de los cultivos en función* de la capacidad de los sistemas para cubrir necesidades hídricas e intervalos críticos de riegos; *priorizar recursos* agroquímicos y maquinaria agrícola hacia las áreas de riego mecanizado y *completar y fortalecer los grupos de especialistas técnicos*, fundamentalmente los subgrupos de operación y de asesoramiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEMÁN G. C.: "Estudio de factores que limitan la eficiencia técnica y económica de los pivotes centrales", Tesis en opción a Master en Riego y Drenaje. (ISCAH) (IIRD), Ciudad de La Habana, 1996, p. 42.

ASTASHOV N. E., V. I. NOVIKOV: "Full load to sprinkling machines", en *Melioratsiya y Vodnoie Jsiastvo* 5, 1988, pp. 39-40.

HERRERA P. J.; A. CASTELLANOS: *Informe técnico sobre sostenibilidad de las áreas de regadío*, IIRD, La Habana, 1998.

JUAN G. R.: "Algunas consideraciones sobre la agrotecnia en las áreas de regadío", en *Ingeniería Hidráulica*, 13(3), 1992, pp. 3-14.

SANTANA P. R.: "Evaluación de la máquina Fregat en el cultivo de la caña de azúcar", *IIRD*, Inf. técnico, 1981, p. 10.

SAGARDOY J. A.; A. BOTTRALL; G. O. UITTENBOGAARD: *Organización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego*, FAO 40, Roma, 1991, p. 1-11.

SPANCEMBERG J. H.: "Integración de criterios en el concepto de sostenibilidad. Debate Contemporáneo", en *Espacios*, 1997, p. 5-23.