



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
Programa Hidrológico Intergubernamental

## Sostenibilidad financiera, física y ambiental del servicio tarifario de riego en la República Dominicana

*Financial, physical and environmental sustainability of the tariff irrigation service in the Dominican Republic*

Juan Chalas<sup>1\*</sup>, Juan L. Ramírez<sup>1</sup>, Gerardo Méndez<sup>1</sup>, Luis Bello<sup>1</sup>

Recibido: 12/09/2019

Aceptado: 08/04/2020

\*Autor de correspondencia



### Resumen

Este estudio fue realizado en la República Dominicana abarcó 13 Juntas de Regantes que administran 20 sistemas de riego con una superficie de 2,273,800 ha y 39,675 usuarios, se tomaron en cuenta tres periodos agrícolas (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010); con la finalidad de traducir la tarifa por superficie a una tarifa volumétrica: también se analizó el costo ambiental de la sobre aplicación de agua de riego en las áreas agrícolas, sugerencias de estrategias para el ahorro y uso eficiente del recurso agua en las áreas bajo riego basada en instrumentos económicos y financieros, sugerencias sobre la implementación de un sistema tarifario efectivo basado en las condiciones locales que contribuyan a la sustentabilidad financiera, física y ambiental de estos sistemas. Se parte de la premisa que la tarifa de riego es un instrumento económico esencial para la gestión de los recursos hídricos, su correcta aplicación permite cubrir los costos de operación y mantenimiento (O&M) de los sistemas de riego. El deterioro que presentaron los sistemas de riego permite señalar que la tarifa por superficie no asegura los costos de O&M; por lo que se requiere implementar un sistema tarifario en función al volumen de agua derivado, en consecuencia, se muestra el promedio del costo volumétrico del agua para los sistemas estudiados considerando frutos menores y arroz, así como, el valor económico del agua no recuperable.

**Palabras clave:** Juntas de Regantes, periodos agrícolas, tarifa-costo, demanda de riego, eficiencia de riego, valor económico del agua, sistema tarifario, ambiente.

### Abstract

*This study was carried out in the Dominican Republic and included 13 Irrigation Boards that administer 20 irrigation systems with an area of 2,273,800 ha and 39,675 users. Three agricultural periods (2007-2008, 2008-2009 and 2009-2010) were taken into account; in order to translate the surface rate into a volumetric rate: the environmental cost of the over-application of irrigation water in agricultural areas was also analyzed, as well as suggestions for strategies for saving and efficient use of the water resource in areas under irrigation based on economic and financial instruments, suggestions on the implementation of an effective rate system based on local conditions that contribute to the financial, physical and environmental sustainability of these systems. It starts from the premise that the irrigation rate is an essential economic instrument for the management of water resources; its correct application allows covering the O&M costs of irrigation systems. The deterioration presented by the irrigation systems makes it possible to point out that the surface fee does not ensure O&M costs; therefore, it is required to implement a rate system based on the volume of water derived, therefore, the average volumetric cost of water for the studied systems is shown considering minor fruits and rice, as well as the economic value of non-recoverable water.*

**Keywords:** Irrigation Boards, agricultural periods, tariff-cost, irrigation demand, irrigation efficiency, economic value of water, tariff system, environment.

1 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). Centro para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe (CEHICA). jrchalas@gmail.com, juanduval@hotmail.com, riego.montegrando@gmail.com, dominican38@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema tradicional de tarifa por superficie que se aplica en la República Dominicana, se caracteriza por precios muy bajos, dando la impresión de que los usuarios pueden usar la cantidad de agua que deseen. Esta falta de apreciación real del valor económico de este recurso contribuye a la creación de una cultura de malas prácticas y baja eficiencia en el uso del agua para riego. Esto genera una mala conservación del recurso agua y un impacto negativo sobre el medio ambiente. Además de un retraso tecnológico de los sistemas de riego en el país, debido a la baja recaudación por concepto del cobro de la tarifa de riego por superficie; perjudicando la actividad productiva de los regantes y pone en riesgo la sostenibilidad del servicio de riego.

La tarifa por superficie que se aplica actualmente en las áreas de influencia de los sistemas de riego del país no permite la recuperación de los costos de O&M y tampoco contribuye a la conservación de recurso agua, lo que pone en riesgo la sostenibilidad financiera, física y ambiental del servicio de riego en la República Dominicana. Debido a esto se requieren estudios de base para el cálculo, diseño y aplicación de un nuevo sistema tarifario para el sector riego en el país.

La situación antes descrita plantea una situación que justifica el estudio realizado. Las Juntas de Regantes seleccionadas para la realización de este estudio fueron 13, las cuales administran y operan por delegación de responsabilidades y funciones del INDRHI hacia ellas 20 sistemas de riego que benefician a 39,675 usuarios en una superficie de 2,273,800 tas.

Estas organizaciones de usuarios / sistemas de riego se ubican en las regiones Central, Noroeste, Suroeste y Sureste del país. En cuanto a la ubicación en los Distritos de Riego, se localizan en el Alto Yaque del Norte, Bajo Yaque del Norte, Valle de Azua, Yuna – Camú, Valle de San Juan y Yaque del Sur, (INDRHI, 2006).

Para lograr los objetivos y resultados obtenidos de este estudio se tomaron en cuenta tres períodos agrícolas: (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) para los 20 sistemas de riego. Fue necesario recolectar y procesar informaciones climáticas, hidrométricas, agrícolas, cultivos, tarifa de riego, presupuesto programado de los sistemas de riego, inversión del INDRHI en los sistemas de riego, ingresos de las Juntas de Regantes, características físicas de sistemas de riego, y características de las Juntas de Regantes.

Parte de los datos compilados a nivel de gabinete tuvieron que ser comprobados a nivel de campo,

mediante visitas al personal técnico del INDRHI y de las Juntas de Regantes.

Los objetivos generales y específicos que abarca este estudio son:

1. Determinar la relación tarifa-costo por unidad de volumen en las áreas bajo riego seleccionadas, para analizar la sostenibilidad financiera, física y ambiental de los sistemas. 1.1. Traducir la tarifa por superficie a una tarifa volumétrica en función del volumen de agua requerido de los cultivos. 1.2. Calcular los costos de O&M de los sistemas de riego seleccionados por unidad de volumen.
2. Determinar la eficiencia de riego de los sistemas y analizar el impacto económico-ambiental de la situación actual y el uso de medidas para el ahorro de agua. 2.1.- Determinar los volúmenes de agua suministrados y la demanda de agua de riego. 2.2. Calcular el valor económico de los volúmenes de agua recuperable, desde el punto de vista de la operación, administración y conservación de los sistemas de riego seleccionados y el costo ambiental de la sobre aplicación de agua de riego en las áreas agrícolas.
3. Sugerencias de estrategias para el ahorro y uso eficiente del recurso agua en las áreas bajo riego de la República Dominicana, basada en instrumentos económicos y financieros.
4. Sugerencias sobre la implementación de un sistema tarifario efectivo basado en las condiciones locales, que contribuya a la sustentabilidad financiera, física y ambiental de los sistemas de riego en la República Dominicana.

## 2. METODOLOGÍA

### *2.1 Identificación y selección del área de estudio*

Para la identificación y selección de las 13 organizaciones de usuarios que administran los 20 sistemas de riego se consideró: la ubicación regional, número de usuarios, área de influencia, fecha de fundación, tipo de sistema de riego (tierra o revestido), método de riego (melga, caro o surco) y la información disponible y confiable (agrícola, climática e hidrométrica, entre otras). En cuanto a porcentajes, el área seleccionada correspondió al 56 % del total y el número de usuarios al 51 %.

La figura 1 muestra la ubicación de las Juntas de Regantes Seleccionadas, la tabla 1 el área considerada en este estudio, y la tabla 2 presenta los valores de las tarifas de riego actuales en los mismos.

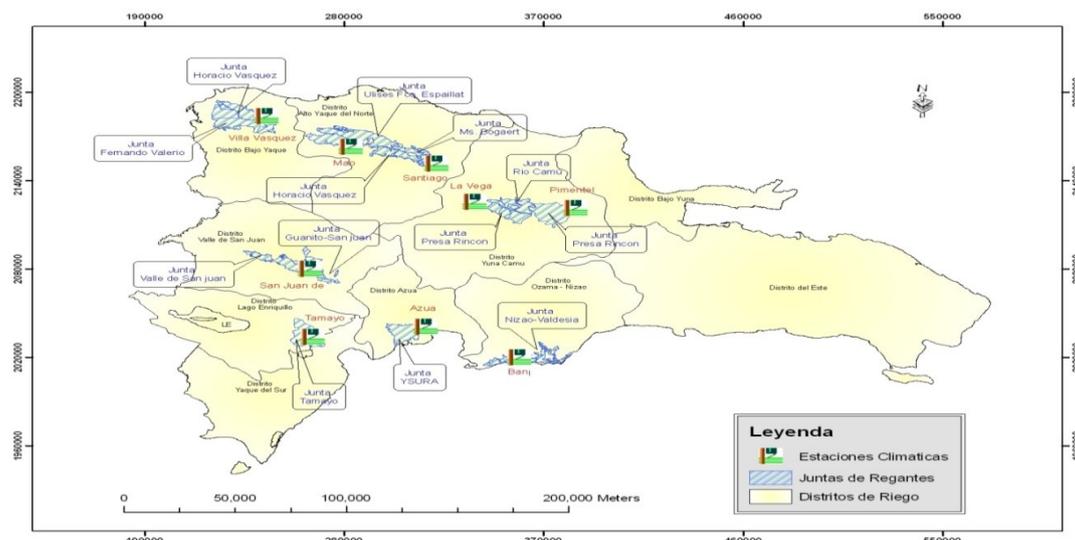


Figura 1. Mapa ubicación Juntas de Regantes y estaciones climáticas del estudio  
Fuente: Departamento Organización y Capacitación del INDRHI y Juntas de Regantes

Tabla 1. Juntas de Regantes y sistemas de riego objeto de estudio

Distrito de Riego	Junta de Regantes	Sistema de riego	Área (ha)	Número de usuarios
Ozama - Nizao	NizaoVldesia	Marcos A Cabral	156,272	2,747
		Nizao - Najayo	30,040	952
Valle de Azua	YSURA	YSURA	181,408	5,998
Alto Yaque del Norte	Ulises Fco. Espailat (UFE)	UFE	393,024	5,783
Alto Yaque del Norte	Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	137,344	1,753
Alto Yaque del Norte	Mao	Mao	172,416	1,692
Bajo Yaque del Norte	Horacio Vásquez	Villa Vásquez	164,144	1,853
Bajo Yaque del Norte	General Fdo. Valerio	Fernando Valerio	307,696	3,170
		La Antona	54,896	293
		Chacuey	18,896	478
Yuna - Camú	Río Camú	Camú	124,208	1,547
Yuna - Camú	Presa de Rincón	Jima Margen Izquierda	42,352	390
		Jima Margen Derecha	67,488	1,192
		Jima Camú	63,376	758
Yuna - Camú	Presa de Hatillo	Yuna	228,928	2,943
Valled de San Juan	Valle de San Juan	José Joaquín Puello	165,632	3,039
		Hato del Padre	33,280	784
		San Juan - Jinova	51,472	1,769
		Guanito - San Juan	15,900	842
Yaque del Sur	Tamayo	Santana	172,416	1,692
<b>Total</b>			<b>2,273,800</b>	<b>39,675</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de informaciones de los Departamentos de Organización, Capacitación, Operación y Mantenimiento del INDRHI, y de las Juntas de Regantes.

Tabla 2. Tarifa de riego por superficie (RD\$/ta/año).

Junta de Regantes	Sistema de riego	2007-2008		2008-2009		2009-2010		Promedio	
		A	FM	A	FM	A	FM	A	FM
Tamayo	Santana		30.00		38.38		36.00		34.79
Fernando Valerio	Fernando Valerio	68.00	38.00	90.00	50.00	90.00	50.00	82.67	46.00
	La Antona	68.00	38.00	90.00	50.00	90.00	50.00	82.67	46.00
	Chacuey		38.00		50.00		50.00	0.00	46.00
Guanito - San Juan	Guanito - San Juan	43.00	43.00	43.00	43.00	86.00	43.00	57.33	43.00
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	100.00	75.00	110.00	85.00	110.00	85.00	106.67	81.67
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral	108.00	54.00	126.00	63.00	126.00	63.00	120.00	60.00
	NizaoNajayo	108.00	54.00	126.00	63.00	126.00	63.00	120.00	60.00
Río Camú	Camú	70.00		85.00		85.00		80.00	
Mao	Mao - Gurabo	90.00	45.00	100.00	50.00	110.00	55.00	100.00	50.00
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	94.00	47.00	104.00	52.00	104.00	52.00	100.67	50.33
YSURA	YSURA	48.93	48.93	48.93	48.93	48.93	48.93	48.93	48.93
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	68.00	34.00	100.00	50.00	100.00	50.00	89.33	44.67
Presa de Hatillo	Yuna	68.00		80.00		80.00		76.00	
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha	60.00		70.00		70.00		66.67	
	Jima Margen Izquierda	60.00		70.00		70.00		66.67	
	Jima - Camú	60.00		70.00		70.00		66.67	
Valle de San Juan	José Joaquín Puello	72.00	36.00	72.00	42.00	84.00	42.00	76.00	40.00
	Hato del Padre	72.00	36.00	72.00	42.00	84.00	42.00	76.00	40.00
	San Juan - Jinova	72.00	36.00	72.00	42.00	84.00	42.00	76.00	40.00

Fuente: Departamento Organización y Capacitación del INDRHI y Juntas de Regantes.

Conversión de la tarifa por superficie a tarifa volumétrica en función del volumen de agua requerido y la demanda de riego de los cultivos. Las

expresiones matemáticas (1) y (2) usadas para realizar estas conversiones de tarifa por superficie a tarifa volumétrica fueron las siguientes.

$$\text{TARIFA VOLUMETRIC}(\text{m}^3/\text{Ta}) = \frac{\text{Requerimiento de Riego promedio (3 años) por sistema de riego}(\text{m}^3)}{\text{Area total acumulada promedio (3 años) por sistema de riego}(\text{ta})} \quad (1)$$

$$\text{CONVERSION TARIFA} = \frac{\text{Tarifa (RD\$/ta/año) por superficie promedio (3 años) por sistema de riego}}{\text{Tarifa volumétrica (m3/ta)}} \quad (2)$$

La determinación de los volúmenes de agua suministrados o derivados a los sistemas de riego para el riego de las parcelas se sustentó en los registros de caudales diarios que se realizan en dichos sistemas, los cuales fueron promediados y

convertidos a volumen. Las demandas o requerimientos de riego volumétrico promedio y las eficiencias de riego, se calcularon mediante las siguientes expresiones aritméticas (3) y (4):

$$\text{DEMANDA DE RIEGO} = \int_{1-20 \text{ sist. riego, 1}^{\text{a}} \text{ cultivos}}^{\text{promedio 3 año}} ((E_{to} \times K_c) - P_e) / 1000 \times \text{DCV} \times \text{Area} \quad (3)$$

donde

$E_{to}$	Evapotranspiración de referencia (mm/día)
$K_c$	Coefficiente de cultivo (adimensional)
$P_e$	Precipitación efectiva (mm/día)
DCV	Duración ciclo vegetativo de cultivo (días)
Área	Área (m <sup>2</sup> )

$$\text{EFICIENCIA DE RIEGO}(\%) = \frac{\text{Demanda de Riego Volumetrica}}{\text{Q derivado medio anual} \times 365 \times 31 \text{ ó } 30 \times 24 \times 3600} \times 100 \quad (4)$$

Es importante destacar que en el caso del cultivo de arroz se consideró una sobre lámina para simular agua sobre el terreno durante el ciclo del cultivo como es costumbre en la agricultura dominicana.

Por otro lado, el criterio usado que permitió trazar el procedimiento para cumplir los objetivos relativos al costo por unidad de volumen del agua de riego, se fundamentó en que los costos totales de obtención del agua superficial para riego, en el caso de recursos hidráulicos en funcionamiento, pueden agruparse en los siguientes aspectos:

- Amortización de la obra hidráulica, distinguiendo la parte correspondiente a la producción de agua de la parte relativa a la producción de energía eléctrica.
- Amortización de los canales de riego para la distribución del agua desde la fuente de abastecimiento hasta las parcelas.
- Mantenimiento de las instalaciones (presas, bombas, motores, canales de riego, etc.)
- Mano de obra (vigilancia y gestión u operación de las instalaciones).

- Administración.
- Energía.
- Varios o imprevistos.

Los aspectos “a” y “b” no fueron tomados en cuenta para el cálculo de la tarifa de riego volumétrica, en cambio los literales “c”, “d”, “e”, “f” y “g” fueron considerados para estas estimaciones. Se entiende que los recursos económicos a invertir para cumplir con las labores citadas en los literales “a y b” deben provenir de asignaciones especiales del Estado Dominicano no cargadas a la tarifa de riego volumétrica de las Juntas de Regantes, ya que, en los convenios de transferencias suscritos entre las organizaciones y el INDRHI no se contempla esta responsabilidad.

Tarifa volumétrica (RD\$/m<sup>3</sup>) con presupuesto programado promedio de las Juntas de Regantes (% área - presupuesto) / Requerimiento neto cultivos. La ecuación (5) fue usada para realizar estas estimaciones por sistema de riego / Juntas de Regantes y por período (1 – 3):

$$\text{TARIFA VOLUMETRICA} \left( \frac{\text{RD\$}}{\text{m}^3} \right) = \frac{(\text{Presupuesto programado} \times \text{Factor de ponderacion})_{1-3} + (\text{Ingresos JR} \times 0.01^*)_{1-3}}{\text{Requerimiento neto de los cultivos}_{1-3}} \quad (5)$$

## 2.2 Junta de regantes

Esta fórmula calcula la tarifa volumétrica en base a la inversión programada para la administración, operación y conservación de las Juntas de Regantes en los sistemas de riego, así como la colocación de recursos correspondientes al 1 % de los ingresos para la conservación de las cuencas hidrográficas. Esto se

relaciona al requerimiento neto de los cultivos desarrollados en el área de influencia de los sistemas. Tarifa volumétrica en función de la inversión promedio del INDRHI en los sistemas de riego. La fórmula (6) calcula este parámetro siguiendo el criterio y la fuente de las informaciones del punto anterior:

$$\text{TARIFA VOLUMETRICA(RD\$/m}^3\text{)} = \frac{\text{Inversion}_{1-3}}{\text{Requerimiento neto de los cultivos}_{1-3}} \quad (6)$$

## 2.3 Inversión INDRHI

Tarifa total (RD\$/m<sup>3</sup>) con presupuesto programado promedio de las Juntas de Regantes (% área - presupuesto) / Requerimiento neto cultivos, más proporción promedio de tarifa inversión del INDRHI. Esta tarifa total resultó de la sumatoria de las tarifas parciales obtenidas mediante las ecuaciones citadas

en los dos acápites anteriores. Costo real y valor económico del agua para el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego. El procedimiento usado para realizar estas estimaciones se fundamentó en los siguientes criterios (7):

$$\text{VOLUMEN DE AGUA PERDIDO} = \text{Volumen de agua bruto} - \text{Volumen de agua neto} \quad (7)$$

El volumen de agua perdido resultó de restar el volumen bruto de agua derivado a cada sistema de riego del volumen neto, que resulta de afectar el bruto por la eficiencia de riego calculada de los sistemas de riego. De acuerdo al Plan Hidrológico Nacional en la página 128, editado y publicado en Agosto del 2012 por el INDRHI, se expresa que “el

volumen de agua que retorna a los sistemas de riego y aprovechamiento a los cursos de agua fue determinado asumiendo un retorno del 20 al 46 % de los volúmenes de riego”. Para este estudio se trabajó con el promedio de 33 %. Por lo que el volumen reusado sería el 33 % del volumen perdido (8):

$$\text{VOLUMEN DE AGUA REUSADO} = \text{Volumen de agua perdido} \times 0.33 \quad (8)$$

Por lo anterior explicado se puede estimar el volumen de agua no recuperable de la siguiente manera (9):

$$\text{VOLUMEN DE AGUA NO RECUPERABLE} = \text{Volumen de agua perdido} - \text{Volumen de agua reusado} \quad (9)$$

El costo real económico de agua, desde la concepción de la administración, operación y conservación de los sistemas de riego resulta del volumen que no se

recupera por el costo de la tarifa volumétrica de riego. La expresión matemática es la siguiente (10):

$$\text{COSTO ECONOMICO DEL AGUA PARA EL MANTENIMIENTO, OPERACION Y ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO} = \text{Volumen de agua no recuperable} \times \text{Tarifa volumetrica} \quad (10)$$

Costo real y valor económico total del agua, inversión Juntas de Regantes y el INDRHI, para el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego. Este costo total se obtuvo con la

tarifa de riego volumétrica total (Junta de Regantes e INDRHI) y el volumen perdido.

### 3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos comprueban la baja rentabilidad del sistema tarifario actual, los cuales no alcanzan la recuperación de los costos de O & M, los mismos se detallan a continuación. Las tablas 3 y 4 muestran la conversión de la tarifa por superficie a volumétrica para frutos menores (FM) y arroz (A), en la tabla 3 se observa que la tarifa de riego por superficie fluctúa entre RD\$ 34.79 a RD\$ 60.00 ta/año, y la tarifa volumétrica oscila entre RD\$ 0.0433 y RD\$ 0.3062 /m<sup>3</sup>. En la tabla 4 que corresponde al arroz, la de superficie va desde RD\$

120.00 a RD\$ 48.93/ta/año, y la volumétrica desde RD\$ 0.1496 hasta 0.3062 / m<sup>3</sup>. En la tabla 5 se observa que la eficiencia de riego promedio en los 20 sistemas de riego fue de 31.84 %; siendo la mínima 3.93 % para Guanito – San Juan y la máxima 64.79 % para Tamayo. La tabla 6 muestra la programación presupuestal de las Juntas de Regantes en las áreas de influencia bajo su responsabilidad, y en la tabla 7 se presentan los factores de ponderación que ajustan el presupuesto total programado al sistema de riego estudiado

Tabla 3. Conversión tarifa por superficie a volumétrica. Cultivo FM , cuadro 8

Junta de Regantes	Sistema de riego	Tarifa por superficie (RD\$/ta/año)	Tarifa volumétrica (RD\$/m3)
Tamayo	Santana	34.79	0.0433
Promedio/ JR		34.79	0.0433
Fernando Valerio	Fernando Valerio	46.00	0.0658
	La Antona	46.00	0.0628
	Chacuey	46.00	0.0691
Promedio/ JR		46.00	0.0659
Guanito - San Juan	Guanito - San Juan	43.00	0.3062
Promedio/ JR		43.00	0.3062
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	81.67	0.2001
Promedio/ JR		81.67	0.2001
Nizao – Valdesia	Marcos A. Cabral	60.00	0.1148
	Nizao Najayo	60.00	0.1229
Promedio/ JR		60.00	0.1189
Río Camú	Camú	N/A	N/A
Promedio/ JR		N/A	N/A
Mao	Mao - Gurabo	50.00	0.0691
Promedio/ JR		50.00	0.0691
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	50.33	0.1176
Promedio/ JR		50.33	0.1176
YSURA	YSURA	48.93	0.0867
Promedio/ JR		48.93	0.0867
Ulises Fco. Espaillat	Ulises Fco. Espaillat	44.67	0.1767
Promedio/ JR		44.67	0.1767
Presa de Hatillo	Yuna	N/A	N/A
Promedio/ JR		N/A	N/A
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha	N/A	N/A
	Jima Margen Izquierda	N/A	N/A
	Jima - Camú	N/A	N/A
Promedio/ JR		N/A	N/A
Valle de San Juan	José Joaquín Puello	40.00	0.2500
	Hato del Padre	40.00	0.2631
	San Juan - Jinova	40.00	0.2304

Promedio/ JR	40.00	0.2478
Promedio a nivel nacional	49.94	0.1432

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Depto de Organización y Capacitación del INDRHI y Juntas de Regantes

Tabla 4. Conversión tarifa por superficie a volumétrica. Cultivo arroz, cuadro 9

Junta de Regantes	Sistema de riego	Tarifa por superficie (RD\$/ta/año)	Tarifa volumétrica (RD\$/m3)
Tamayo	Santana	N/A	N/A
Promedio/ JR		N/A	N/A
Fernando Valerio	Fernando Valerio	82.67	0.1496
	La Antona	82.67	0.1551
	Chacuey	N/A	N/A
Promedio/ JR		82.67	0.15235
Guanito - San Juan	Guanito - San Juan	57.33	0.2382
Promedio/ JR		57.33	0.2382
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	106.67	0.2001
Promedio/ JR		106.67	0.2001
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral	120.00	0.3389
	NizaoNajayo	120.00	0.2722
Promedio/ JR		120.00	0.3056
Río Camú	Camú	80.00	0.273
Promedio/ JR		80.00	0.273
Mao	Mao - Gurabo	100.00	0.1824
Promedio/ JR		100.00	0.1824
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	100.67	0.2519
Promedio/ JR		100.67	0.2519
YSURA	YSURA	48.93	0.0942
Promedio/ JR		48.93	0.0942
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	89.33	0.2459
Promedio/ JR		89.33	0.2459
Presa de Hatillo	Yuna	76.00	0.2395
Promedio/ JR		76.00	0.2395
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha	66.67	0.1983
	Jima Margen Izquierda	66.67	0.1983
	Jima - Camú	66.67	0.1983
Promedio/ JR		66.67	0.1983
Valle de San Juan	José Joaquín Puello	76.00	0.2402
	Hato del Padre	76.00	0.2288
	San Juan - Jinova	76.00	0.2288
Promedio/ JR		76.00	0.2326
Promedio general		83.69	0.2159

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Depto de Organización y Capacitación del INDRHI y Juntas de Regantes

Tabla 5. Eficiencia de riego promedio sistemas de riego, cuadro 10

<b>Junta de Regantes</b>	<b>Sistema de riego</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
Tamayo	Santana	64.79
<b>Promedio/ JR</b>		<b>64.79</b>
Fernando Valerio	Fernando Valerio	53.05
	La Antona	52.63
	Chacuey	33.31
<b>Promedio/ JR</b>		<b>46.33</b>
Guanito - San Juan	Guanito - San Juan	3.93
<b>Promedio/ JR</b>		<b>3.93</b>
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	38.20
<b>Promedio/ JR</b>		<b>38.20</b>
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral	23.42
	Nizao Najayo	21.80
<b>Promedio/ JR</b>		<b>22.61</b>
Río Camú	Camú	38.23
<b>Promedio/ JR</b>		<b>38.23</b>
Mao	Mao - Gurabo	35.57
<b>Promedio/ JR</b>		<b>35.57</b>
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	19.10
<b>Promedio/ JR</b>		<b>19.10</b>
YSURA	YSURA	49.66
<b>Promedio/ JR</b>		<b>49.66</b>
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	28.39
<b>Promedio/ JR</b>		<b>28.39</b>
Presa de Hatillo	Yuna	28
<b>Promedio/ JR</b>		<b>28</b>
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha	20.43
	Jima Margen Izquierda	21.1
	Jima - Camú	31.13
<b>Promedio/ JR</b>		<b>24.22</b>
Valle de San Juan	José Joaquín Puello	22.43
	Hato del Padre	14.80
	San Juan - Jinova	7.47
<b>Promedio/ JR</b>		<b>14.90</b>
<b>Promedio a nivel nacional</b>		<b>31.84</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

Tabla 6. Presupuesto programado juntas de regantes / sistemas de riego, cuadro 11

Sistema de riego	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Fernando Valerio	13,213,000.00	13,213,000.00	15,832,000.00	14,086,000.00
Villa Vásquez	17,573,653.00	17,439,180.00	17,478,861.00	17,497,231.33
Mao, inc.	8,029,471.00	8,533,511.00	9,111,736.00	8,558,239.33
Ulises Fco. Espaillat	11,285,567.00	13,875,000.00	15,930,315.00	13,696,960.67
Ms. Bogaert	5,724,800.00	5,581,799.00	5,581,787.00	5,629,462.00
Camú	5,160,397.00	6,222,984.00	6,628,059.00	6,003,813.33
Jima Margen Izquierda, Jima Margen Derecha y Jima – Camú	6,120,125.00	8,200,000.00	8,600,000.00	7,640,041.67
Yuna	12,847,346.00	15,114,800.00	14,056,760.00	14,006,302.00
Nizao - Valdesia	12,780,952.00	14,505,799.00	14,666,536.00	13,984,429.00
Ysura	13,923,940.00	12,190,065.00	10,374,739.00	12,162,914.67
José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan Jinova	10,306,350.00	18,011,579.00	22,247,605.00	16,855,178.00
Santana	2,793,000.00	1,343,373.00	2,677,179.00	2,271,184.00
Total	119,758,601.00	134,231,090.00	143,185,577.00	132,391,756.00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

Tabla 7. Factor de ponderación o ajuste % área – presupuesto, cuadro 12

Junta Regantes	Sistemas de riego	% Área- Presupuesto
Tamayo	Santana	49
Fernando Valerio	Fernando Valerio, La Antona y Chacuey	100
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	77
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral y Nizao - Najayo	62
Río Camú	Camú	100
Mao	Mao - Gurabo	100
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	65
YSURA	YSURA	55
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	100
Presa de Hatillo	Yuna	100
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha, JimaMrgen Izquierda y Jima - Camú	100
Valle de San Juan	José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan - Jinova	89

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

#### 4. DISCUSIÓN

En la tabla 8, se detallan por Junta de Regantes seleccionada, el ingreso promedio anual por concepto del cobro de la tarifa por superficie, donde se puede observar la variabilidad de ingresos entre ellas. La tabla 9 relaciona el presupuesto programado por sistema de riego y Junta de Regantes, y el requerimiento neto de riego de las áreas de influencia

de estos sistemas a los fines de calcular la tarifa volumétrica de riego. La tabla 10. muestra por periodo y promedio, las inversiones del INDRHI en los sistemas de riego y Juntas de Regantes, los requerimientos netos de riego, y como resultado de esto la tarifa volumétrica, la cual en promedio fue de RD\$ 0.1906 m<sup>3</sup>/año considerando la inversión del INDRHI en los sistemas de riego. La tabla 11 ofrece la tarifa volumétrica de riego total considerando la

inversión del INDRHI y el presupuesto programado de las Juntas de Regantes. El promedio general es de 0.3011 RD\$/m<sup>3</sup>/año. En la tabla 12 se presenta el procesamiento de datos y resultados que concluyen en que el costo del agua de riego no recuperable tomando en cuenta la inversión de las Juntas de Regantes fue de RD\$ 199,661,580.82 /año.

En base a los resultados anteriores, estos dan respuesta a la hipótesis de esta investigación “La tarifa por superficie que se aplica actualmente en las áreas bajo riego del país no permite la recuperación de los costos de O&M y tampoco contribuye a la conservación del recurso agua”, lo que pone en riesgo la sostenibilidad financiera y física y ambiental del servicio de riego en la República Dominicana. A continuación, discusión detallada de resultados obtenidos.

Conversión tarifa por superficie a tarifa volumétrica en función del volumen de agua requerido y la demanda de riego de los cultivos. Para frutos menores en promedio en los 20 sistemas de riego estudiados, la tarifa por superficie fue de RD\$ 49.94 y la volumétrica de RD\$ 0.1432 / m<sup>3</sup>; en el caso del arroz fue de RD\$ 83.69 ta/año y de RD\$ 0.2159 / m<sup>3</sup>. tablas 3 y 4.

Eficiencia de riego promedio en los 20 sistemas de riego. En este caso (tabla 5) se observa que la eficiencia de riego promedio en los 20 sistemas de riego fue de 31.84 %; siendo la mínima 3.93 % para Guanito – San Juan y la máxima 64.79 % para Tamayo. El caudal promedio derivado fue de 6.313 m<sup>3</sup>/s (3 años) convertidos a volumen derivado en los 20 sistemas de riego significó 5,972,603,040 m<sup>3</sup>; por lo que, la eficiencia promedio durante este periodo fue de 31.84 %, es decir que se perdió el 68.16 %, esto representa 4,070,926,232 m<sup>3</sup> de agua que perjudica el estado saludable de los suelos para fines de producción de cultivos, entre otros impactos negativos al ecosistema.

Presupuesto programado promedio de las Juntas de Regantes y sistemas de riego. De las tablas 6 y 7 se puede entender que en las áreas de influencia de los sistemas de riego administrado por las Juntas de Regantes Fernando Valerio, Nizao-Valdesia, Mao, UFE, Presa de Hatillo y Presa de Rincón ocupan la totalidad o casi la totalidad de la inversión o presupuesto programado, por tal motivo el factor de ponderación o ajuste (% área-presupuesto) es de 100 %. En cambio, en las restantes Juntas de Regantes este factor varió desde un 49 % en Tamayo hasta un 77 % en Villa Vásquez.

Ingresos de las Juntas de Regantes y sistemas de riego. Según los valores de la tabla 8, el ingreso promedio anual por concepto del cobro de la tarifa

por superficie, el mayor lo posee la Junta de Regantes Ulises Fco. Espaillat en el sistema del mismo nombre con RD\$ 15,562,692.54 y el menor la Junta de Regantes Tamayo en el sistema de riego Santana con RD\$ 870,111.45.

Tarifa volumétrica (RD\$/m<sup>3</sup>) con presupuesto programado de las Juntas de Regantes (% área - presupuesto) / Requerimiento neto cultivos. La tabla 9 muestra que la menor tarifa volumétrica correspondió al sistema de riego Santana con 0.0060 RD\$/m<sup>3</sup>/año y la mayor a los sistemas de riego José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan - Jinova con 0.3279 RD\$ m<sup>3</sup>/año. El promedio general fue de 0.1174 RD\$/m<sup>3</sup>/año.

Tarifa volumétrica en función de la inversión promedio del INDRHI en los sistemas de riego. Se puede observar en la tabla 10 que en promedio la inversión mayor realizada por el INDRHI fue al sistema de riego Marcos A. Cabral y Nizao – Najayo de la Junta de Regantes Nizao- Valdesia, con RD\$ 21,468,946.87. En cambio, la menor inversión promedio correspondió al sistema de riego Ms Bogaert de la Junta de Regantes del mismo nombre con RD\$ 3, 906,688.23.

En cuanto a la tarifa volumétrica en función de la inversión del INDRHI, se distingue que la mayor correspondió al sistema de riego Marcos A. Cabral y Nizao – Najayo de la Junta de Regantes Nizao-Valdesia con un valor de 0.5759 RD\$/m<sup>3</sup>/año, y la menor a los sistemas de riego Fernando Valerio, La Antona y Chacuey de la Junta de Regantes Fernando Valerio con 0.0450 RD\$/m<sup>3</sup>/año. En promedio la tarifa fue de RD\$ 0.1906 m<sup>3</sup>/año considerando la inversión del INDRHI en los sistemas de riego.

Tarifa total (RD\$/m<sup>3</sup>) con presupuesto programado promedio de las Juntas de Regantes (% área - presupuesto) / Requerimiento neto cultivos, más proporción promedio de tarifa inversión del INDRHI. La mayor correspondió (tabla 11) a los sistemas de riego José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan – Jinova con 0.5859 RD\$/m<sup>3</sup>/año y la menor a los sistemas de riego Fernando Valerio, La Antona y Chacuey con 0.1218 RD\$/m<sup>3</sup>/año. El promedio fue de RD\$ 0.3011 m<sup>3</sup>/año.

Costo real y valor económico del agua, inversión Junta de Regantes, para el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego. Los valores obtenidos (tabla 12) en relación a el costo del agua de riego no recuperable tomando en cuenta la inversión de las Juntas de Regantes fue de RD\$ 199,661,580.82 /año.

Costo real y valor económico total del agua, inversión Juntas de Regantes y el INDRHI para el

mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego. El monto obtenido (tabla 13) del valor económico total del agua no recuperable considerando la inversión de las Juntas de Regantes y del INDRHI fue de RD\$ 512, 009,699.75 /año, lo cual resulta catastrófico.

Costo ambiental de los proyectos de riego. Aparte de los costos primarios y adicionales (costos de amortización, mantenimiento, energía, administración, etc.) los proyectos de riego tienen también otros costos secundarios (indirectos, ambientales) que no están en relación directa con las técnicas y los objetivos del proyecto, pero que se hacen evidentes cuando se comparan los siguientes aspectos:

I. Las condiciones socio-económicas con y sin proyecto, teniendo en cuenta:

- a. Los grupos de personas que participan en el proyecto;
- b. Los grupos de personas fuera o expulsados de la zona del proyecto.

II. El valor de los recursos naturales con y sin proyecto.

III. La calidad de los recursos naturales antes y después del proyecto, tanto dentro como fuera de la zona del proyecto.

El riego representa una alteración de las condiciones naturales del paisaje mediante la extracción de agua de una fuente disponible, la adición de agua a los campos donde no había agua antes (o era muy poca), y la introducción de estructuras artificiales para extraer, transferir y disponer de agua. Los proyectos de riego y prácticas de la agricultura de regadío pueden afectar el medio ambiente en una variedad de maneras. Para los fines de este estudio se consideran principalmente los impactos ambientales derivados del suministro de agua y la operación de los sistemas de riego, las cuales son tareas bajo la responsabilidad del INDRHI (a través de los Distritos de Riego) y conjuntamente con las Juntas de Regantes. Además, vale la pena también señalar los impactos ambientales derivados de las prácticas agrícolas y la aplicación de agua a los cultivos. Para un mejor entendimiento de estos dos puntos, se presenta a continuación una breve descripción.

Impacto ambiental derivado del suministro de agua y la operación de proyectos de riego. La agricultura bajo riego depende de los suministros de aguas superficiales o subterráneas. El impacto medioambiental de los sistemas de riego depende de la naturaleza de la fuente de agua, la calidad del agua, y como el agua se entrega a la tierra de regadío. La extracción de agua subterránea puede provocar el

hundimiento de la tierra, la salinización de acuíferos, o puede acelerar otros tipos de contaminación del agua subterránea. La extracción de aguas superficiales implica cambios en la hidrología natural de los ríos y corrientes de agua, cambios en la temperatura del agua, y otras alteraciones de las condiciones naturales, a veces afectando profundamente los ecosistemas acuáticos asociados a estos cuerpos de agua. La salinidad en las aguas es un fenómeno natural debido a la erosión de materiales parentales salinos provenientes de la captación de agua de mar y otras fuentes. La calidad de los suministros de agua varía, pero las fuentes de agua con alta salinidad, tendrá un impacto en la calidad de las tierras de regadío y la sostenibilidad de la producción agrícola con el apoyo de esta tierra, sobre todo cuando existe una mala gestión. La operación y gestión de los sistemas de riego deben incluir el monitoreo y la reducción de las pérdidas de agua por infiltración, sobre todo si esta es un componente importante de la recarga de los niveles freáticos. La combinación de suministro de agua de baja calidad y el aumento de los niveles freáticos conducirá a la larga a la saturación y la salinización de los suelos, amenazando la sostenibilidad de los sistemas de riego existentes. Una adecuada atención a la calidad y cantidad de los flujos de retorno del riego también es importante para identificar y mitigar los posibles impactos en las aguas receptoras.

Impacto ambiental derivado de las prácticas agrícolas y la aplicación de agua a los cultivos. El manejo de los sistemas de aplicación del agua, así como la pertinencia de prácticas agrícolas relacionadas tiene una gran influencia en el impacto ambiental de la agricultura de regadío. Entre los problemas más comunes se pueden citar la saturación, la salinización y la erosión del suelo en las áreas irrigadas; así como la contaminación por la escorrentía o descargas residuales agrícolas. La salinización se ha relacionado con la agricultura bajo riego desde sus inicios. Una de las razones es que el riego a menudo exagera los efectos de la salinidad, que se produce naturalmente. Toda el agua de riego contiene sales disueltas y el agua de lluvia también contiene algunas sales. Estas sales son por lo general en muy baja concentración en el agua misma. Sin embargo, la evaporación del agua de la superficie seca del suelo deja atrás las sales. La salinización es especialmente propensa a convertirse en un problema en suelos de mal drenaje cuando el agua subterránea está a menos de tres metros de la superficie (dependiendo del tipo de suelo).

La saturación del suelo suele producirse por el uso excesivo y/o la mala gestión del agua de riego. El revestimiento y recubrimiento de los canales de riego

desde las presas de almacenamiento hasta el punto de entrega mejora el uso del agua y al mismo tiempo reduce el riesgo de un aumento en el nivel freático en muchas zonas de regadío. Este procedimiento también beneficia a las zonas que sufren de salinización.

La escorrentía agrícola es una de las principales fuentes difusas de contaminación del agua. La escorrentía de agroquímicos es ante todo un problema localizado en las áreas donde el uso de insumos agrícolas es muy alto. No sólo los nutrientes y otras sustancias químicas son transportadas por las aguas de escorrentía de riego. La erosión del suelo y su posterior transporte de sedimentos (y productos químicos adsorbidos) es causada también por la escorrentía del exceso de agua de riego que se aplica a las tierras de cultivo. La erosión del suelo reduce la productividad de la tierra. Entre los métodos de riego, el riego por surcos causa más erosión que el uso de aspersores o riego por goteo.

Análisis del costo ambiental de los sistemas de riego en la República Dominicana. Este acápite tiene el propósito de analizar el impacto económico-ambiental de la situación actual y el uso de medidas para el ahorro de agua. Así como el costo ambiental de la sobre aplicación de agua de riego en las áreas agrícolas. Desde su creación en 1965, el INDRHI ha tenido que enfrentar el grave problema resultante de un insuficiente drenaje y de alta salinidad que presentaban varias áreas bajo riego. A través del tiempo la institución ha capacitado a su personal técnico en cuestiones relacionadas con técnicas de riego y drenaje mediante el envío de grupos de técnicos al exterior.

La última cuantificación de las áreas afectadas por problemas de drenaje y salinidad en los Distritos de Riego que realizó el INDRHI fue en el año 2006. La misma fue basada en los estudios de suelos realizados en las zonas de influencia de los sistemas de riego, así como la interpretación de mosaico de ortofotos. El resultado fue que el 47% de las áreas de los Distritos de Riego presentó algún tipo de problema, sean estos por salinidad o drenaje, o por ambos a la vez, (INDRHI, 1ra edición, 2006).

Si se analiza el impacto económico-ambiental de la situación actual de los sistemas de riego en el país, de acuerdo a los resultados del presente estudio, se pueden sacar varias conclusiones importantes. Con relación al costo ambiental debido a la sobre aplicación de agua para riego, se puede establecer

que las zonas más afectadas son las áreas de las Juntas de Regantes Ulises Fco. Espaillat, Presa de Hatillo, Fernando Valerio y Presa de Rincón, presentan los mayores volúmenes de agua perdidos con 367.72, 349.84, 281.70 y 278.81 MM<sup>3</sup>/año, y por tanto son los sistemas que se verán más afectados por problemas ambientales como son el aumento de los niveles freáticos (que contribuye a la saturación de los suelos), la salinización de las tierras regadas, etc. Asimismo, se podría afirmar que se está agravando la situación en las zonas bajo riego de los Distritos Yuna-Camú y Distrito Bayo Yaque del Norte, con relación a las tierras con problema de drenaje y salinización, según las estimaciones que hizo el INDRHI para el año 2006, debido a que las Juntas de Regantes mencionadas más arriba pertenecen a estos dos Distritos de Riego.

Con relación al impacto o costo económico se puede observar también en la tabla 18 que las áreas bajo riego de la Junta de Regantes San Juan y la Junta de Regantes Nizao-Valdesia son los que acumulan las mayores pérdidas económicas con 139.66 y 124.30 MM RD\$/año respectivamente, basado en los volúmenes perdidos de agua de riego. Cabe señalar aquí de nuevo, que los volúmenes que pudieran ser reusados para riego solo llegan en promedio al 33% de los volúmenes perdidos, por lo tanto, el valor real del costo económico para las dos áreas mencionadas equivale a 46.09 y 41.02 MM RD\$/año.

La importancia de estos dos valores (y cualquier otro valor que se derive de la misma forma a partir de la tabla 18) es que pueden servir para hacer un análisis económico, ya sea de la relación beneficio-costos o de la tasa interna de retorno, para cualquier inversión que se considere hacer en infraestructura, técnicas o métodos de riego que contribuya al ahorro y conservación del agua en los sistemas considerados en este estudio. Es importante destacar, que la economía del agua constituye un reto que las Juntas y Asociaciones de Regantes han empezado a enfrentar, convencidas que una buena gestión de los sistemas de riego tiene relación directa tanto con la eficiencia del riego, como con la conservación de los recursos agua y suelo.

Cuando finalmente se dicten las disposiciones legales pertinentes y se considere el agua para riego por volumen y no por superficie, habrá un importante ahorro de agua que permitirá, entre otros resultados positivos, ampliar la frontera cultivada bajo riego.

Tabla 8. Ingresos de Juntas de Regantes / Sistemas de riego. Cuadro 13

Sistemas de riego	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Fernando Valerio	11,557,186.13	20,091,816.54	13,677,517.05	15,108,839.91
Villa Vásquez	11,254,567.25	13,648,722.00	14,150,277.60	13,017,855.62
Mao, inc.	8,029,470.51	8,533,510.68	9,111,736.42	8,558,239.20
Ulises Fco. Espaillat	11,774,492.78	16,115,184.23	18,798,400.62	15,562,692.54
Ms. Bogaert	3,707,896.16	3,377,223.72	3,981,666.79	3,688,928.89
Camu	4,684,827.99	5,364,838.24	6,789,181.48	5,612,949.24
Jima Margen Izquierda, Jimena Margen Derecha y Jimena - Camu	6,568,452.30	6,639,337.49	7,664,241.14	6,957,343.64
Yuna	11,211,549.12	10,953,049.72	12,540,200.92	11,568,266.59
Nizao-Valdesia	9,097,000.82	9,868,091.20	8,633,403.70	9,199,498.57
Ysura	6,225,552.65	6,803,694.51	7,475,790.76	6,835,012.64
José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan Jinova	12,332,318.79	12,518,004.24	10,021,640.86	11,623,987.96
Santana	189,781.77	512,570.00	1,907,982.59	870,111.45
Total	96,633,096.27	114,426,042.57	114,752,039.93	108,603,726.26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

Tabla 9. Tarifa volumétrica con presupuesto programado de las Juntas de Regantes, 14

Tarifa volumétrica con presupuesto programado (% área = presupuesto) / Requerimiento neto cultivos										
Junta de Regantes	Sistema de riego	Presupuesto programado (RD\$)				Requerimiento neto cultivos (m3)				Tarifa (RD\$/m3)
		2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio	
Tamayo	Santana	1,370,467.82	573,479.64	1,140,291.94	1,028,079.80	158,466,577.65	176,459,052.89	177,363,652.20	170,763,094.24	0.0060
Fernando Valerio	Fernando Valerio, La Antona y Chacuey	13,328,571.86	13,837,605.16	13,566,370.17	20,366,273.60	292,142,585.99	214,658,017.89	289,155,282.10	265,318,628.66	0.0768
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	13,644,258.48	13,691,677.33	13,087,234.04	13,474,389.95	153,375,316.49	154,446,456.46	144,340,741.22	150,720,838.06	0.0894
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral y Nizao - Najayo	8,015,160.24	9,980,486.29	9,061,116.14	9,018,920.89	59,606,332.50	76,128,286.83	19,544,319.90	51,759,646.41	0.1742
Río Camú	Camú	5,207,245.28	6,213,948.38	6,663,989.81	6,028,394.49	37,939,172.85	41,327,564.40	31,602,306.06	36,956,347.77	0.1631
Mao	Mao - Gurabo	8,747,316.71	9,507,637.11	10,452,349.36	9,569,101.06	100,348,573.07	95,004,443.06	89,820,054.33	95,057,690.15	0.1007
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	3,758,198.96	3,661,941.59	3,667,977.98	3,696,039.51	42,659,144.68	27,064,617.46	26,475,968.61	32,066,576.92	0.1153
YSURA	YSURA	7,720,422.53	6,860,945.05	5,909,767.31	6,830,378.30	114,524,994.06	115,139,684.13	114,524,994.06	114,729,890.75	0.0595
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	11,403,311.93	13,758,931.84	16,089,199.00	13,750,480.92	159,282,770.81	134,177,717.80	139,569,967.41	144,343,485.34	0.0953
Presa de Hatillo	Yuna	12,956,876.50	15,224,330.49	14,182,162.00	14,121,123.00	119,293,109.48	123,903,892.08	107,370,215.09	116,855,738.88	0.1208
Presa de Rincón	Jimena Margen Derecha, Jimena Margen Izquierda y Jimena - Camú	6,185,809.52	6,631,759.37	8,676,487.41	7,164,685.43	90,320,349.24	90,505,294.11	88,834,737.54	89,886,793.63	0.0797
Valle de San Juan	José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan - Jinova	9,295,974.69	15,382,531.03	16,935,555.20	13,871,353.64	41,820,310.85	42,867,178.90	42,225,498.73	42,304,329.49	0.3279
<b>Promedio a nivel nacional</b>										<b>0.1174</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

Tabla 10. Tarifa volumétrica en función de la inversión promedio del INDRHI en los sistemas de riego

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Río Camú. Canal Camú				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	37,939,172.85	41,327,564.40	31,602,306.06	36,956,347.77
Inversión INDRHI (RD\$)	23,588,483.86	13,364,154.16	11,673,650.73	16,208,762.92
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.6217	0.3234	0.3694	0.4382

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Fernando Valerio. Canales: Fernando Valerio, La Antona y Chacuey.				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	292,142,585.99	214,658,017.89	289,155,282.10	265,318,628.66
Inversión INDRHI (RD\$)	17,476,976.44	9,235,888.99	9,273,843.50	11,995,569.64
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.0598	0.0430	0.0321	0.0450

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Presa de Hatillo. Canal: YUNA				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	119,293,109.48	123,903,892.08	107,370,215.09	116,855,738.88
Inversión INDRHI (RD\$)	11,239,786.31	3,807,950.00	1,355,669.23	5,467,801.85
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.0942	0.0307	0.0126	0.0459

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Horacio Vásquez. Canal: Villa Vásquez				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	153,375,316.49	154,446,456.46	144,340,741.22	150,720,838.06
Inversión INDRHI (RD\$)	23,937,317.22	9,158,402.70	6,988,062.89	13,361,260.94
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.1561	0.0593	0.0484	0.0879

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Mao. Canal: Mao				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	100,348,573.07	95,004,443.06	89,820,054.33	95,057,690.15
Inversión INDRHI (RD\$)	8,378,780.00	3,926,714.00	2,871,350.11	5,058,948.04
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.0835	0.0413	0.0320	0.0523

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Mesie Bogaert. Canal: Mesie Bogaert				
VARIABLES	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	42,659,144.68	27,064,617.46	26,475,968.61	32,066,576.92
Inversión INDRHI (RD\$)	7,541,952.22	2,607,504.42	1,570,608.05	3,906,688.23

Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.1768	0.0963	0.0593	0.1108
---	--------	--------	--------	--------

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Nizao-Valdesia. Canal: Marcos A. Cabral y Nizao-Najayo

Variables	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	59,606,332.50	76,128,286.83	19,544,319.90	51,759,646.41
Inversión INDRHI (RD\$)	25,020,590.75	18,600,598.69	20,785,651.17	21,468,946.87
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.4198	0.2443	1.0635	0.5759

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Presa de Rincón. Canales: Jima Margen Derecha, Jima Margen Izquierda y Jima - Camú

Variables	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	90,320,349.24	90,505,294.11	88,834,737.54	89,886,793.63
Inversión INDRHI (RD\$)	10,470,682.46	2,842,750.00	3,428,523.55	5,580,652.00
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.1159	0.0314	0.0386	0.0620

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes UFE. Canal: UFE

Variables	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	159,282,770.81	134,177,717.80	139,569,967.41	144,343,485.34
Inversión INDRHI (RD\$)	17,103,756.26	8,870,432.25	12,651,552.98	12,875,247.16
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.1074	0.0661	0.0906	0.0880

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Valle de San Juan. Canales: José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan Jinova

Variables	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	41,820,310.85	42,867,178.90	42,225,498.73	42,304,329.49
Inversión INDRHI (RD\$)	15,390,139.78	5,738,533.58	11,492,580.73	10,873,751.36
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.3680	0.1339	0.2722	0.2580

Tarifa volumétrica en función de inversión del INDRHI: Junta de Regantes Valle de Azua. Canales: sistema de Riego YSURA

Variables	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio
Requerimiento Neto de cultivos (m <sup>3</sup> )	119,293,109.48	123,903,892.08	107,370,215.09	116,855,738.88
Inversión INDRHI (RD\$)	54,714,126.94	45,821,490.66	54,676,514.74	51,737,377.45
Tarifa volumétrica (RD\$/m <sup>3</sup> )	0.4587	0.3698	0.5092	0.4459

Fuente: Dirección de operación del INDRHI y elaboración propia

Tabla 11. Tarifa volumétrica total, inversión Junta de Regantes y el INDRHI

Junta Regantes	Sistemas de riego	Tarifa volumétrica promedio con presupuesto programado de las Juntas de Regantes	Tarifa volumétrica promedio inversión del INDRHI (RD\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa total presupuesto Junta de Regantes e inversión del INDRHI (RD\$/m <sup>3</sup> )
Tamayo	Santana	0.006	--	0.006
Fernando Valerio	Fernando Valerio, La Antona y Chacuey	0.0768	0.045	0.1218
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	0.0894	0.0879	0.1773
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral y Nizao - Najayo	0.1742	0.5759	0.7501
Río Camú	Camú	0.1631	0.4382	0.6013
Mao	Mao - Gurabo	0.1007	0.0523	0.153
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	0.1153	0.1108	0.2261
YSURA	YSURA	0.0595	0.4459	0.5054
Ulises Fco. Espailat (UFE)	Ulises Fco. Espailat (UFE)	0.0953	0.088	0.1833
Presa de Hatillo	Yuna	0.1208	0.0459	0.1667
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha, Jima Margen Izquierda y Jima - Camú	0.0797	0.062	0.1417
Valle de San Juan	José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan - Jinova	0.3279	0.258	0.5859
Promedio		0.1174	0.2009	0.3011

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

Tabla 12. Costo real y valor económico del agua, inversión de las Juntas de Regantes

Apreciación real del costo y el valor económico del recurso agua en el país													
Junta de Regantes	Sistema de riego	Volumen neto derivado (mm3)				Ef. Riego	Volumen bruto derivado (mm3)				Vol. Perdido mm3	Costo agua RD\$/m <sup>3</sup> /año	Costo agua Millones (RD\$)/
		2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio		2007-2008	2008-2009	2009-2010	Promedio			
Tamayo	Santana	160.09	164.68	188.94	171.24	0.6479	247.09	254.17	291.62	264.29	93.06	0.0060	0.56
Fernando Valerio	Fernando Valerio, La Antona y	249.05	249.05	231.13	243.08	0.4633	537.67	537.67	498.98	524.77	281.70	0.0768	21.63
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	155.98	175.33	149.90	160.40	0.3820	408.32	458.99	392.40	419.90	259.50	0.0894	23.20
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral y Nizao - Najayo	50.50	74.39	20.35	48.41	0.2261	223.36	329.03	90.00	214.13	165.72	0.1742	28.88
Río Camú	Camú	38.14	42.57	37.77	39.49	0.3823	99.76	111.34	98.80	103.30	63.81	0.1631	10.41
Mao	Mao - Gurabo	99.17	94.06	106.09	99.77	0.3557	278.80	264.44	298.25	280.50	180.72	0.1007	18.19
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	33.63	35.79	29.53	32.98	0.1910	176.08	187.36	154.63	172.69	139.71	0.1153	16.10
YSURA	YSURA	104.46	146.77	102.34	117.86	0.4966	210.36	295.55	206.08	237.33	119.47	0.0595	7.11
Ulises Fco. Espailat (UFE)	Ulises Fco. Espailat (UFE)	162.93	151.90	122.52	145.79	0.2839	573.91	535.05	431.57	513.51	367.72	0.0953	35.03
Presa de Hatillo	Yuna	160.34	158.79	89.02	136.05	0.2800	572.65	567.09	317.94	485.89	349.84	0.1208	42.28
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha, Jima Mrgen Izquierda y	89.54	97.66	80.14	89.11	0.2422	369.68	403.21	330.87	367.92	278.81	0.0797	22.22
Valle de San Juan	José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan -	43.17	45.18	36.85	41.74	0.1490	289.72	303.25	247.34	280.10	238.37	0.3279	78.16
<b>Totales / promedios</b>					<b>1,325.92</b>					<b>3,864.34</b>	<b>2,538.43</b>	<b>0.1174</b>	<b>303.77</b>
Volumen total perdido =		2,538,427,443.00		m3/año									
Volumen reusado (33 %) =		837,681,056.19		m3/año									
Volumen no recuperable =		1,700,746,386.81		m3/año									
Costo del agua no recuperable (RD\$/m <sup>3</sup> /año)=		199,661,580.82											

Tabla 13. Costo real y valor económico total del agua, inversión Juntas de Regantes y del INDRHI

Junta de Regantes	Sistema de riego	Volumen Perdido (mm <sup>3</sup> )	Costo agua (RD\$/m <sup>3</sup> /año)	Costo agua Millones (RD\$/año)
Tamayo	Santana	93.06	0.006	0.56
Fernando Valerio	Fernando Valerio, La Antona y Chacuey	281.70	0.1218	34.31
Horacio Vásquez	Villa Vásquez	259.50	0.1773	46.01
Nizao - Valdesia	Marcos A. Cabral y Nizao - Najayo	165.72	0.7501	124.30
Río Camú	Camú	63.81	0.6013	38.37
Mao	Mao - Gurabo	180.72	0.153	27.65
Ms. Bogaert	Ms. Bogaert	139.71	0.2261	31.59
YSURA	YSURA	119.47	0.5054	60.38
Ulises Fco. Espaillat (UFE)	Ulises Fco. Espaillat (UFE)	367.72	0.1833	67.40
Presa de Hatillo	Yuna	349.84	0.1667	58.32
Presa de Rincón	Jima Margen Derecha, Jimá Margen Izquierda y Jimá - Camú	278.81	0.1417	39.51
Valle de San Juan	José Joaquín Puello, Hato del Padre y San Juan - Jinova	238.37	0.5859	139.66
Totales/promedios		2,538.43	0.30105	668.06
Volumen total perdido =			2,538,427,443.00	m <sup>3</sup> /año
Volumen reusado (33 %) =			837,681,056.19	m <sup>3</sup> /año
Volumen no recuperable =			1,700,746,386.81	m <sup>3</sup> /año
Costo del agua no recuperable (RD\$/m <sup>3</sup> /año)=			512,009,699.75	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de las Juntas de Regantes y el Depto. de Organización y Capacitación del INDRHI

## 5. CONCLUSIONES

El deterioro que presentan los sistemas de riego permite señalar que la tarifa por superficie no asegura los costos de O&M de los sistemas de riego, por lo que se requiere implementar un sistema tarifario en función al volumen de agua derivado a los usuarios para irrigar sus cultivos. Como conclusiones de esta investigación se puede mencionar lo siguiente: La conversión de tarifa por superficie a tarifa volumétrica en función del volumen de agua requerido y la demanda de riego de los cultivos, para frutos menores en promedio en los 20 sistemas de riego estudiados; la tarifa por superficie fue de RD\$ 49.94 y la volumétrica de RD\$ 0.1432/m<sup>3</sup>; en el caso del arroz fue de RD\$ 83.69 ta/año y de RD\$ 0.2159/m<sup>3</sup>. La eficiencia de riego promedio calculada para los 20 sistemas de riego fue de 31.84 %. El conocer la eficiencia de riego permite formular una

estrategia para el ahorro y uso eficiente del recurso agua en las áreas bajo riego. La tarifa volumétrica (RD\$/m<sup>3</sup>) con presupuesto programado de las Juntas de Regantes y los Requerimientos neto cultivos, en promedio resultó de RD\$ 0.1174/me/año; considerando la inversión del INDRHI fue de RD\$ 0.1906 m<sup>3</sup>/año; y tomando en cuenta ambas inversiones fue calculada en de RD\$ 0.3011 m<sup>3</sup>/año. El costo real y valor económico del agua, considerando la inversión de las Juntas de Regantes, para el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego, ascendió a RD\$ 199,661,580.82/año. Y tomado en cuenta la inversión del INDRHI y de las Juntas de regantes fue de RD\$ 512, 009,699.75/año. Vista la realidad de la baja eficiencia de riego en los sistemas de riego estudiados, el deterioro de los sistemas de riego, y respondiendo a los objetivos del estudio, estas

recomendaciones se enfocan en las siguientes sugerencias o propuestas: Sugerencias de estrategia para el ahorro y uso eficiente del recurso agua en las áreas bajo riego de la República Dominicana, basada en instrumentos técnicos, económicos y financieros. Estrategia Técnica. La correcta administración de los recursos hídricos escasos, requiere considerar todos los factores que intervienen tanto en la demanda de riego del cultivo, como en la disponibilidad de agua desde el suelo. Estos factores se definen conceptualmente a través de las “relaciones agua-suelo-planta”, las cuales permiten relacionar factores de suelo, clima y planta para el manejo eficiente del riego de los cultivos. Clima y cultivo. Es necesario contar con una red de estaciones meteorológicas en las áreas de influencia de los sistemas de riego que permitan obtener valores de la demanda ambiental representada por la Evapotranspiración de Referencia (ET<sub>o</sub>). A partir de estos valores es posible definir diariamente la demanda ambiental de los cultivos, la cual debe ser repuesta a través del aporte de riego. Conjuntamente al clima, se debe analizar el nivel de desarrollo del cultivo, el cual queda definido a través del concepto de Coeficiente de Cultivo (K<sub>c</sub>). Condiciones de suelo. La caracterización de la profundidad efectiva del suelo, así como la distribución y densidad de raíces en profundidad y lateralmente, es fundamental si se busca aumentar la eficiencia de aplicación del agua de riego. Así como la capacidad del suelo de almacenar agua para la disponibilidad de los cultivos es otro factor a tomar en cuenta. A partir de esta caracterización es posible definir los tiempos de riego que permitan humedecer zonas del suelo con la mayor densidad de raíces activas y profundidades donde el agua es aprovechada por las plantas. Capacitación. La capacitación sostenida a los técnicos y agricultores en torno de los sistemas de riego sobre el uso y aprovechamiento eficiente del agua a nivel parcelario debe considerarse como una actividad de importancia. En la actualidad se usan tecnologías que permiten el ahorro del agua de riego, entre otras, se pueden mencionar las siguientes: Riego localizado, Riego deficitario controlado, Invernaderos alta tecnificación, etc. Estrategia económica-financiera. La productividad de las tierras de regadío es aproximadamente tres veces superior a la de las de secano. Más allá de este dato global, existen muchas razones para destacar la función del control de los recursos hídricos en la agricultura. La inversión en la mejora de los regadíos supone una garantía frente a las variaciones pluviométricas y estabiliza la producción agrícola, impulsando la productividad de los cultivos y permitiendo que los agricultores diversifiquen su actividad. Ello tiene un reflejo en un incremento y una menor volatilidad de los ingresos

agrícolas. (FAO, 2005). La implementación de la tarifa volumétrica de riego en los sistemas de riego sería el instrumento principal, del punto de vista, económico y financiero, para generar un ahorro y uso eficiente del agua de riego, así como, asegurar el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego. Sugerencias sobre la implementación de un sistema tarifario efectivo basado en las condiciones locales, que contribuya a la sustentabilidad financiera, física y ambiental de los sistemas de riego en la República Dominicana.

1. Marco legal actualizado para la sostenibilidad financiera de los sistemas de riego, incluyendo la implementación de un sistema tarifario que responda a las necesidades reales para cubrir los costos de O&M y manejo ambiental.
2. La implementación del cobro de la tarifa en base al volumen del agua usada para el desarrollo de los cultivos representa un costo elevado en dispositivos de medición y en infraestructura de riego, si se lleva a cabo para cada una de las parcelas de los sistemas de riego, ya que se deberán colocarse dispositivos para medir el volumen entregado por parcela. Sin embargo, resultaría más económico cuantificar el agua entregado por sectores de riego o laterales y proporcionalmente distribuir el costo del agua entre los beneficiados, en base a la elaboración de un plan de riego y cultivos, que especifique cultivo, área y demanda de riego. Para esto también se deberán instalar en mucho menor cantidad instrumentos de medición de caudales/volumenes suministrados a los sectores, y un registro continuo de los mismos. Lo ideal sería automatizar esta actividad; lo que ahorraría mano de obra y aumentaría la eficiencia de distribución del agua de riego. En caso contrario, debido al alto costo de implementar la tarifa volumétrica, se requiere de la sincerización de los costos de la tarifa por superficie, para que realmente abarque todos los costos directos e indirectos, incluyendo el manejo ambiental.
3. Los presupuestos anuales que se elaboran anualmente en los sistemas de riego, para la administración, operación y mantenimiento deben responder a las necesidades reales para una administración efectiva. La administración de un sistema de riego debe considerarse como una empresa sin fines de lucro. Los ingresos provenientes de la tarifa deben ser suficientes para cubrir los costos reales de los sistemas de riego.
4. El asesoramiento para la implementación de tarifa volumétrica es aconsejable. Esto debe ser

incluido en proyectos con financiamiento interno o externo que incluya costos directos e indirectos.

5. La sugerencia o propuesta (protocolo) preliminar para medir y cobrar la entrega de volúmenes a nivel de sectores o laterales debe ser discutida y consensuada entre las instituciones relacionadas con esta temática, incluyendo el INDRHI.

a. Previo al inicio del año agrícola se calcula por sistema de riego, las necesidades brutas de agua que requerirán los cultivos. Es decir, se elabora un plan de riego y cultivos, que incluya: las áreas de siembra, los cultivos, aspectos climáticos para el cálculo de la demanda, entre otros.

b. Se prepara el presupuesto de los sistemas de riego, para la administración, operación y mantenimiento, que deberá responder a las necesidades reales para una administración, operación y mantenimiento efectivo.

c. Se determina la disponibilidad neta de agua anual en la fuente de abastecimiento, a un 80 o más porcentaje de probabilidades de ocurrencia.

d. Se calcula el costo por m<sup>3</sup> del agua relacionando la disponibilidad en la fuente de abastecimiento y el presupuesto anual del sistema de riego.

e. Realizado lo antes mencionado, considerando como ejemplo, el área de influencia de un sector de riego u lateral, se procedería de la siguiente manera:

e.1. Cada usuario del área de influencia del lateral pagará la tarifa volumétrica establecida.

e.2. Se calcula la demanda (volumen) neto de riego de cada parcela (usuario) sembrada. Entonces cada usuario pagará lo que le corresponde en función del volumen estimado que requerirá su cultivo, en función al costo por m<sup>3</sup> de la tarifa calculada.

e.3. Si el volumen derivado al área de influencia del lateral supera lo esperado, entonces los agricultores del lateral deberán pagar el costo adicional del agua, de manera proporcional en función del área sembrada, antes del próximo año agrícola. En caso que el volumen derivado sea menor al esperado, entonces, se le acreditará a cada

agricultor del lateral este monto proporcionalmente en base al área de siembra.

6. Es recomendable que este protocolo de implementación de un sistema tarifario volumétrico sea computarizado y que el personal sea capacitado para tales fines. Además, se sugiere que se inicie este sistema con un (as) áreas pilotos para evaluar el procedimiento y tomar las medidas correctivas si procede.

7. Impacto de la aplicación del sistema de tarifa volumétrica del uso del agua para riego en América Latina y el Caribe.

El presente trabajo de investigación sobre la aplicación de un sistema tarifario volumétrico en el uso del agua de riego, podría ser una herramienta de utilidad en los países de Latinoamérica y el Caribe que estén confrontando problemas en la administración, mantenimiento y distribución del agua a las áreas bajo siembra donde los costos O & M no sean rentables, debido a los bajos precios del cobro del agua en sus sistemas tarifarios actuales. La implementación de la tarifa volumétrica de riego en los sistemas de riego sería el instrumento principal, del punto de vista, económico y financiero, para generar un ahorro y uso eficiente uso del agua de riego, así como, asegurar el mantenimiento, operación y administración de los sistemas de riego.

### **Agradecimientos**

Estudio financiado por:

- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD).
- Fondo para el Fomento de la Investigación Económica y Social (FIES).

### **Abreviaciones**

INDRHI Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.  
CEHICA Centro para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe.

FIES Fondo para el Fomento de la Investigación Económica y Social.

Pm. Precipitación media (Pm)

Pe. Precipitación efectiva (Pe)

Eto. Evapotranspiración de referencia

ONAMET. Oficina Nacional de Meteorología

(A). Arroz

(FM). Frutos menores

Efr. Eficiencia de riego

(O&M). Operación y Mantenimiento

## REFERENCIAS

- Caballer, V., Guadalajara, N. (1998). Valoración económica del agua de riego, Capítulo 2, pág. 25.
- Chalas, J. (1994). Demanda de Riego Actual y Futura en la República Dominicana, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.
- Doorenbos, J. (1980). FAO. Riego y Drenaje, Vol. 33.
- FAO (2005). Capítulo V, Principales aspectos de la política de riego.
- Fuentes, J. (1994). Técnicas de Riego. 2da edición. pp 64-65. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.
- INDRHI (2006). El INDRHI en el desarrollo nacional, 1ra edición, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.
- INDRHI (2006). Las Juntas de Regantes, La Gobernanza del Riego. Capítulo 4.3, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.
- INDRHI (2006). Las Juntas de Regantes. La Gobernanza del Riego. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.
- INDRHI (2012). Plan Hidrológico Nacional. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. República Dominicana.

### *Como citar este artículo:*

Chalas, J., Ramírez J., Méndez G., Bello L. (2020). Sostenibilidad Financiera, Física y Ambiental del Servicio Tarifario de Riego en la República Dominicana. *Aqua-LAC* Volumen 12(1), 1-21. doi: 10.29104/phi-aqualac/



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International  
CC BY-NC-SA 4.0 license