

FACTORES QUE LIMITAN EL RIEGO EN ZONAS CAÑERAS: ESTUDIO DE CASO DEL DISTRITO DE RIEGO 035, LA ANTIGUA, VERACRUZ

FACTORS THAT LIMIT IRRIGATION IN SUGARCANE PRODUCING ZONES: CASE STUDY OF IRRIGATION DISTRICT 035, LA ANTIGUA, VERACRUZ

Alberto Santillan-Fernández¹, V. Horacio Santoyo-Cortés^{*2}, L. Ramiro García-Chávez², Ignacio Covarrubias-Gutiérrez², Agustín Merino-García³

¹Catedrático CONACYT. Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Champotón, 24450. Campeche (México). (asantillanf@conacyt.mx). ²Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, 56230-Estado de México (México). (hsantoyo@ciestaam.edu.mx), (lrgarciachavez@gmail.com), (icovag@gmail.com). ³Departamento de Edafología y Química Agrícola. Escuela Politécnica Superior-USC. Campus Universitario s/n, 27002-Lugo (España). (agustin.merino@usc.es).

RESUMEN

En este trabajo se analizan los factores que limitan el uso del riego para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en el Distrito de Riego 035, La Antigua, Veracruz, México. En esta zona el riego se presenta como una alternativa viable para mejorar la productividad cañera en la zona de estudio; no obstante, la mayoría de los productores cañeros no riegan o lo hacen de manera insuficiente. Las causas principales son la pequeña escala de las parcelas y la amplia dispersión de los frentes de cosecha, pero sobre todo la ineficaz gobernanza de las unidades de riego, que hacen cara e infructuosa la gestión del agua de riego y no permiten el mantenimiento adecuado a la infraestructura.

Palabras clave: caña de azúcar, gestión, México, riego.

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente del riego es un elemento muy importante para incrementar la producción de caña de azúcar en México (Palacios, 2002; Santillán-Fernández *et al.*, 2014) y eventualmente mitigar los efectos del cambio climático en la producción de esta (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2011; Bravo-Mosqueda, 2012). Sin embargo, la mayoría de los estudios que abordan esta problemática se han realizado a una escala muy amplia (Nacional), por lo que es necesario precisar los incentivos o restricciones que

ABSTRACT

This study presents the analysis of factors that limit the use of irrigation for sugarcane (*Saccharum spp.*) cultivation in Irrigation District 035, La Antigua, Veracruz, Mexico. In this zone, irrigation is presented as a viable alternative to improve sugarcane productivity in the study zone; however, most of the sugarcane producers do not irrigate or they do it insufficiently. The main causes are the small scale of the plots and the broad dispersion of the harvest fronts, but in particular the inefficient governance of irrigation units, which make irrigation water management expensive and fruitless and do not allow the adequate maintenance of infrastructure.

Key words: sugarcane, management, irrigation, Mexico.

INTRODUCTION

The efficient use of irrigation is a very important element to increase sugarcane production in Mexico (Palacios, 2002; Santillán-Fernández *et al.*, 2014) and to eventually mitigate the effects of climate change on its production (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2011; Bravo-Mosqueda, 2012). However, most studies that address this problematic have been performed at a very broad scale (National), which is why it is necessary to specify the incentives or restrictions that sugarcane producers have to incorporate irrigation at the level of production unit.

Therefore, the purpose of this study is to identify and describe the factors that limit the use of irrigation for the cultivation of sugarcane (*Saccharum spp.*)

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2017. Aprobado: febrero, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 16: 467-476. 2019.

tienen los cañeros para incorporar el riego al nivel de unidad de producción.

Por ello, el propósito de este estudio es identificar y describir los factores que limitan el uso del riego para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en un distrito de riego de México correspondiente a una región cañera con alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, donde sin restricciones importantes en la disponibilidad de agua se utilice el recurso predominantemente para riegos de auxilio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección del caso

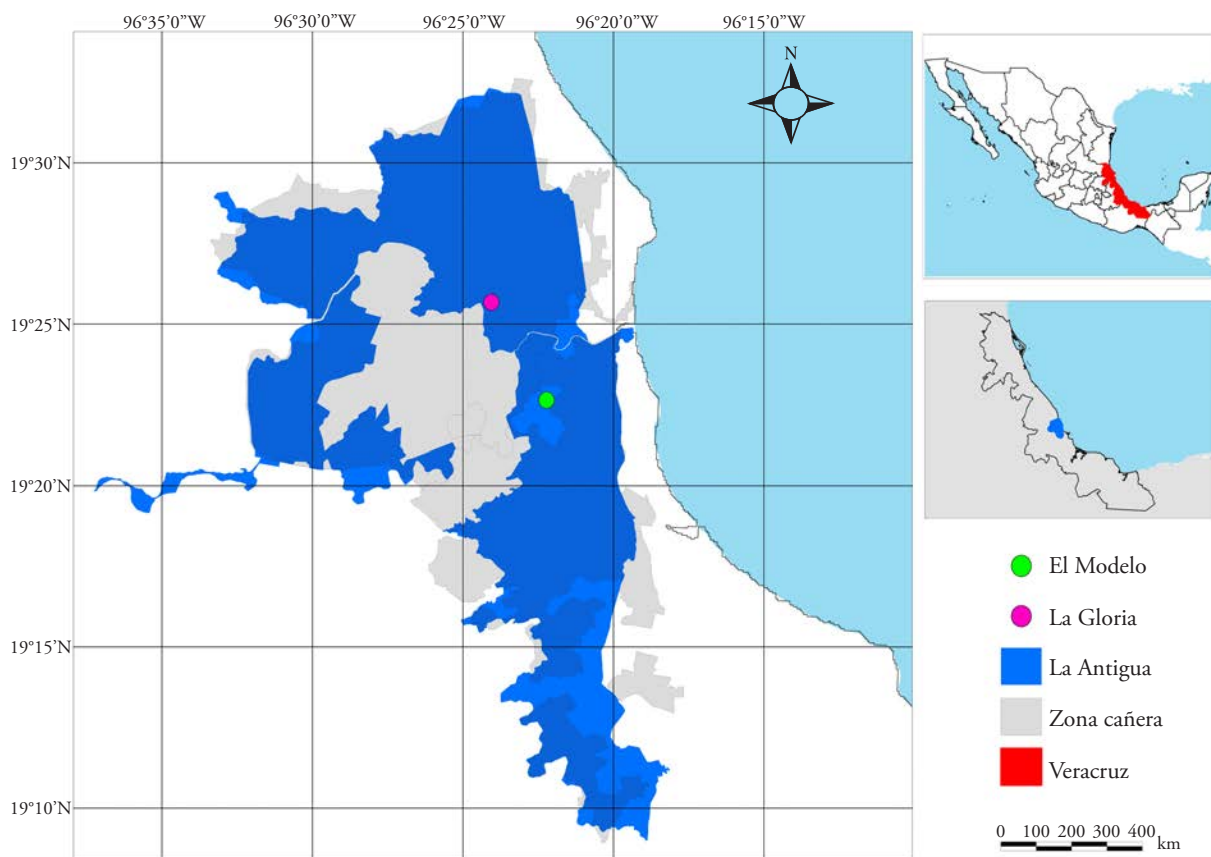
Se seleccionó el Distrito de Riego 035, La Antigua en Veracruz (Figura 1) por ser este Estado el

in an irrigation district in Mexico that corresponds to a sugarcane region with high vulnerability to the effects of climate change, where the resource is used predominantly for auxiliary irrigation without important restrictions in water availability.

MATERIALS AND METHODS

Selection of the case

Irrigation District 035 in La Antigua, Veracruz, was selected (Figure 1) because this State is the principal producer of sugarcane with 41% of the national surface cultivated; it is the region where the highest percentages (51%) of auxiliary irrigation at the national level (CONADESUCA, 2013) are present, is vulnerable to climate change (Conde *et al.*,



Fuente: elaboración propia con datos del Sistema de Información Agrícola y Pesquera (SIAP, 2009) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012). ♦ Source: Authors' elaboration with data from the Agriculture and Fishing Information System (SIAP, 2009) and National Water Commission (CONAGUA, 2012).

Figura 1. Zona de abasto cañera en el Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz.
Figure 1. Sugarcane supply zone in Irrigation District 035 La Antigua, Veracruz.

principal productor de caña de azúcar con 41% de la superficie nacional cultivada, ser la región donde se presentan los mayores porcentajes (51%) de riego de auxilio a nivel Nacional (CONADESUCA, 2013), ser vulnerable al cambio climático (Conde *et al.*, 2011), y tener mala eficiencia en el uso de agua, a pesar de presentar disponibilidad física y bajos costos (SIAP, 2009).

Región de estudio

En el Distrito de Riego 035, La Antigua, Veracruz, la actividad económica más importante es el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*). Con una superficie de 21 851 ha, 82% de la producción está destinada a los ingenios La Gloria y El Modelo para la producción de azúcar; el restante 18% se distribuye entre forrajes, maíz, mango, hortalizas y cítricos (CONAGUA, 2012).

La precipitación media anual de la región es superior a los 1200 mm, con un déficit hídrico para el cultivo de la caña de azúcar de noviembre a junio (Santillán-Fernández *et al.*, 2016), lo que condiciona que 42% del área de abasto de los ingenios La Gloria y El Modelo se maneje bajo riego completo (más de cuatro por ciclo de producción con láminas de 155 cm), 51% con riego de auxilio (uno a cuatro riegos), y 7% en secano (CONADESUCA, 2013). La diferencia en rendimientos es significativa, mientras que en riego completo se alcanzan rendimientos de 140 t ha⁻¹; en riego de auxilio son del orden de 90 t ha⁻¹ y en secano de 70 t ha⁻¹ (MAM, 2011).

A través del Programa Nacional de la Agroindustria de Caña de Azúcar (PRONAC) 2007-2012, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) estableció la pertinencia ambiental, social, económica y financiera de introducir o fortalecer el riego en la región; se mostró que estas acciones pueden incrementar los rendimientos promedio hasta en 29 t ha⁻¹, con un beneficio/costo de 1.4 para el productor. Por otra parte, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha desarrollado programas para subsidiar la adopción y/o fortalecimiento de la infraestructura hidroagrícola en zonas de cultivo de caña de azúcar de la región; sin embargo, aun con estos incentivos, el riego se ha mantenido en 51% como riego de auxilio (SIAP, 2009).

2011), and has bad efficiency in water use, despite presenting physical availability and low costs (SIAP, 2009).

Study region

In Irrigation District 035, La Antigua, Veracruz, the most important economic activity is sugarcane cultivation (*Saccharum spp.*). With a surface of 21851 ha, 82% of the production is destined to the sugar plants La Gloria and El Modelo for sugar production; the remaining 18% is distributed between fodder, maize, mango, vegetables and citrus trees (CONAGUA, 2012).

The mean annual precipitation of the region is higher than 1200 mm, with a water deficit for sugarcane cultivation from November to June (Santillán-Fernández *et al.*, 2016), which conditions that 42% of the supply area of the sugar plants La Gloria and El Modelo is managed under full irrigation (more than a fourth per production cycle with sheets of 155 cm), 51% with auxiliary irrigation (one to four irrigation events), and 7% in rainfed land (CONADESUCA, 2013). The difference in yields is significant: while in full irrigation yields are attained of 140 t ha⁻¹, in auxiliary irrigation they are around 90 t ha⁻¹, and in rainfed 70 t ha⁻¹ (MAM, 2011).

Through the National Program of the Sugarcane Agroindustry (*Programa Nacional de la Agroindustria de Caña de Azúcar*, PRONAC) 2007-2012, the Ministry of Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Diet (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, SAGARPA) established the environmental, social, economic and financial relevance of introducing or strengthening irrigation in the region; it was shown that these actions can increase the average yields in up to 29 t ha⁻¹, with a benefit/cost of 1.4 for the producer. On the other hand, the National Water Commission (*Comisión Nacional del Agua*, CONAGUA) has developed programs to subsidize the adoption and/or strengthening of the hydro-agricultural infrastructure in sugarcane cultivation zones of the region; however, even with these incentives, irrigation has remained at 51% as auxiliary irrigation (SIAP, 2009).

Colecta de información

Mediante un muestreo dirigido, entre junio y diciembre de 2014 se encuestaron 63 productores de caña, seleccionados con base en su disponibilidad, liderazgo y referencias en la comunidad cañera regional. Adicionalmente se entrevistó al Jefe del Distrito de Riego (1), a líderes de la asociación de usuarios de las unidades de riego (3), a jefes de campo de los ingenios (2), y a líderes de las organizaciones cañeras más importantes (2).

La encuesta incluyó preguntas sobre edad, escolaridad, superficie cultivada, tenencia de la tierra y años de experiencia en el sector. Conforme a CIMMYT (1993) se contemplaron aspectos sobre el conocimiento que el productor tiene de las bondades y costos del riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, así como de otros factores que podrían condicionar el fortalecimiento o adopción de riego, tales como el clima, la fisiografía de la parcela, los costos de producción, la gestión del recurso ante los administradores del distrito de riego, la conducción del agua a la parcela, y el manejo y el equipamiento parcelario, entre otros.

Las guías de entrevista se enfocaron en precisar la problemática en el empleo de riego en la caña de azúcar desde la autorización de permisos hasta la conducción a las parcelas, así como como en los aspectos a gestionar para que el productor mejore el uso del agua en su cultivo. La información recabada se complementó con pláticas con expertos, observaciones de campo y revisión de informes de las unidades de riego y de los ingenios Modelo y La Gloria.

Análisis de la información

Se caracterizó a los productores según el empleo de riego: completo, auxilio y secano para determinar mediante estadística descriptiva, cualidades comunes en cada bloque y asociarlas con el régimen de producción y rendimientos en campo. A su vez se describieron los incentivos y restricciones que tienen los cañeros para incorporar el riego a sus unidades de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 75% de los agricultores encuestados producen caña con riego de auxilio, 14% con secano y solo 11% con riego completo; son pequeños productores (<6 ha)

Information gathering

Through directed sampling, 63 sugarcane producers were surveyed between June and December 2014, selected based on their availability, leadership and references in the regional sugarcane community. In addition, the following were interviewed: Chief of the Irrigation District (1), leaders of the users' association of the irrigation units (3), field directors of the sugar plants (2), and leaders of the most important sugarcane organizations (2).

The survey included questions about age, schooling, surface cultivated, land ownership, and years of experience in the sector. According to CIMMYT (1993), aspects about the producer's knowledge about the advantages and costs of irrigation, fertilization, pest and disease control, are contemplated, as well as other factors that could condition the strengthening or adoption of irrigation, such as climate, physiography of the plot, production costs, resource management in the presence of administrators of the irrigation district, water conduction to the plot, and plot management and equipment, among others.

The interview guides were focused on specifying the problem in the use of irrigation in sugarcane production from the authorization of permits to the conduction to the plots, as well as in the aspects to be managed for producers to improve the use of water in their crops. The information gathered was complemented with talks with experts, field observations, and review of reports from irrigation units and the sugar plants Modelo and La Gloria.

Information analysis

The producers were characterized according to the use of irrigation: complete, auxiliary and rainfed to determine common qualities in each block through descriptive statistics, and to associate them with the production regime and field yields. In turn, the incentives and restrictions that sugarcane producers have to incorporate irrigation to their production units were described.

RESULTS AND DISCUSSION

Of the farmers surveyed, 75% produce sugarcane with auxiliary irrigation, 14% rainfed and only 11%

con más de diez años produciéndola. Los principales atractivos para producirla son que los proveedores y sus familias tienen acceso al servicio médico del IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y a que se produce bajo contrato, lo que ofrece un mercado seguro.

De acuerdo con los datos, en la región existe una diferencia en los rendimientos promedio de 50 t ha⁻¹ de caña entre producir en secano y emplear riego completo. Dado que la cuota anual por el uso de agua es de \$1,150 (independientemente de la cantidad empleada) y que el costo del aplicador (encargado de la conducción desde el suministro principal y secundario hasta la parcela) es de \$400; la aplicación de nueve riegos genera un incremento de costos de \$119 por cada tonelada adicional de caña. Considerando un precio de \$ 400 t⁻¹, la relación beneficio/costo es de 3.4. Para precisar por qué sí es económicamente rentable y existe disponibilidad de agua en la región, la mayoría de los productores cañeros no aplican riego o lo hacen en cantidades insuficientes, se analizaron los siguientes factores.

Perfil del productor y equipamiento de las parcelas

En general, la edad del productor no es un factor que afecte el régimen hídrico de producción, aunque los productores bajo secano tienen menores niveles de estudio (Cuadro 1), a diferencia de lo observado por Alcón *et al.* (2008), quienes señalan que productores de mayor edad en regiones agrícolas de Murcia (España) son más renuentes a cambios en sus sistemas de producción, por considerar que siempre lo han hecho así y para ellos está bien hecho, aun cuando existan subvenciones a las obras de modernización.

Los productores que realizan riego completo se caracterizan por tener mayor superficie ya que, de acuerdo con Hartwich *et al.* (2006), es más complicado que los productores con parcelas pequeñas fortalezcan sus sistemas de producción con nueva infraestructura, por representar en muchos casos una actividad secundaria en su ingreso familiar. Además, los productores que realizan riego completo tienen mayores rendimientos (50 y 30 t ha⁻¹ más que el secano y el riego de auxilio) y están especializados, pues sus ingresos por la caña son superiores a 80% del ingreso familiar, lo que explica su mayor interés en manejar adecuadamente este cultivo.

with full irrigation; they are small-scale producers (<6 ha) that have been producing it for more than ten years. The main attractions to produce it are for suppliers and their families to have access to medical services from IMSS (Mexican Institute of Social Security, for its Spanish initials), and that it is produced under contract, which offers a secure market.

According to the data, in the region there is a difference in the average yields of 50 t ha⁻¹ of sugarcane between rainfed production and using full irrigation. Given that the annual fee for water use is \$1150 (regardless of the amount used) and that the cost of the applicator (in charge of conduction from the main and secondary supply to the plot) is \$400, the application of nine irrigation events generates an increase of costs of \$119 for each additional ton of sugarcane. Considering a price of \$ 400 t⁻¹, the benefit/cost rate is 3.4. To specify why it is economically profitable and there is water availability in the region, and why most of the sugarcane producers do not apply irrigation or they do it in insufficient amounts, the following factors were analyzed.

Profile of the producer and equipment of the plots

In general, the producer's age is not a factor that affects the production water regime, although the producers under rainfed production have lower levels of study (Table 1), in comparison to what Alcón *et al.* (2008) observed, who point out that older producers in agricultural regions of Murcia (Spain) are more reluctant to changes in their production systems, because they consider that they have always done it that way and that it is well done by them, even when there are subsidies to the modernization works.

Producers that use full irrigation are characterized for having greater surface, since, according to Hartwich *et al.* (2006), it is more complicated for producers with small plots to strengthen their production systems with new infrastructure, because it represents in many cases a secondary activity in their family income. In addition, the producers that perform full irrigation have higher yields (50 and 30 t ha⁻¹ more than in rainfed and auxiliary irrigation), and they are specialized because their income from sugarcane are higher than 80% of the family income,

Cuadro 1. Características promedio de los productores de caña de azúcar del Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz, según el empleo de riego en sus parcelas.

Table 1. Average characteristics of sugarcane producers in Irrigation District 035, La Antigua, Veracruz, according to the use of irrigation in their plots.

Riego	n	Años			Superficie (ha) (CV)	Rendimiento (t ha ⁻¹) (CV)	% IF* (CV)
		Edad (CV)	Estudios (CV)	Experiencia (CV)			
Completo	7	43a (0.13)	11a (0.16)	17ab (0.19)	5.8a (0.26)	120a (0.17)	84a (0.14)
Auxilio	47	47a (0.32)	9a (0.24)	11b (0.58)	3b (0.52)	89b (0.05)	52b (0.36)
Secano	9	53a (0.17)	6b (0.35)	23a (0.19)	1.9b (0.25)	70c (0.05)	39b (0.28)

*% IF: Porcentaje del ingreso familiar (\$) que representa el cultivo de caña de azúcar. CV: Coeficiente de Variación. Medias con la misma literal dentro de la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$). Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo. ♦ % IF: Percentage of family income (\$) that represents sugarcane cultivation. CV: Variation Coefficient. Means with the same letter within the same column are equal statistically (Tukey, $\alpha=0.05$). Source: Authors' elaboration with data collected in the field.

A pesar de tener un conocimiento técnico de los diferentes tipos de riego (rodado, aspersión y goteo), prácticamente todos los productores que riegan lo hacen por riego rodado, sin ninguna tecnificación, por lo que el equipamiento parcelario no es un factor que explique el uso completo o limitado del riego.

Acceso al agua

La disponibilidad de agua no es limitante; 53% de los productores encuestados consideran que siempre tiene agua suficiente para regar; 44%, casi siempre. Sin embargo, solo 11% riega más de nueve veces por ciclo de producción; 75%, de 1 a 4 veces; y 14% depende de las lluvias. El 89% que no riega o lo hace cuatro o menos veces piensa que la solución para incrementar los rendimientos en su parcela no es el agua, ya que la caña no requiere más. Esta concepción contrasta con lo encontrado por Santillán-Fernández *et al.* (2016), quienes establecen una relación directa entre regar y el incremento de rendimiento en campo de caña de azúcar en la región.

Sin embargo, 43% de los productores están conscientes de que quizá en un futuro se requiera regar más, al mencionar que han percibido variaciones en los patrones de lluvia en las últimas dos décadas. Este aspecto ha sido estudiado por Santillán-Fernández *et al.* (2016), quienes mediante el análisis del balance hídrico de 1979 a 2009 encuentran un descenso en las precipitaciones que impacta en la baja de rendimientos en campo de regiones cañeras. Al respecto,

which explains their greater interest in managing this crop adequately.

Despite having technical knowledge of the different types of irrigation (surface, spray and drip), practically all producers who irrigate do it by surface, without technology, which is why equipment fitting in the plot is not a factor that explains the complete or limited use of irrigation.

Access to water

Water availability is not limiting; 53% of the producers surveyed consider that there is always enough water to irrigate; 44%, nearly always. However, only 11% irrigate more than nine times per production cycle; 75% from 1 to 4 times; and 14% depend on rainfall. The 89% who do not irrigate or do it four or less times think that the solution to increase yields in their plot is not water, since sugarcane does not require more. This conception contrasts with what was found by Santillán-Fernández *et al.* (2016), who established that a direct relationship between irrigating and increasing the yield in the sugarcane field in the region.

However, 43% of the producers are aware that perhaps in the future more irrigation will be required, when they mention that they have perceived variations in the rain patterns in the last two decades. This aspect has been studied by Santillán-Fernández *et al.* (2016), who through the analysis of the water balance from 1979 to 2009 found a decrease in the

Conde *et al.* (2011) e INECC (2012) catalogan a esta zona como altamente vulnerable a la sequía meteorológica y Ojeda-Bustamante *et al.* (2011) establecen que estas consecuencias tendrán un efecto radical en las demandas de riego y en la gestión de los sistemas de riego para la agricultura en la región. En este sentido, la percepción de los productores de que no es necesario regar más puede cambiar en los próximos años y, como lo muestra Santillán-Fernández *et al.* (2016), el potencial del pequeño riego se revalorizará en las diferentes regiones cañeras de México.

Frentes de cosecha dispersos

Por las características edáficas de la zona (suelos arcillosos que retienen mucha humedad) y porque la mayoría de los canales no están revestidos, para asegurar que los vehículos de transporte y cosecha puedan transitar sin problema hacia los frentes de corte los riegos son limitados en la época de cosecha. Además, la distribución irregular de variedades (precoces, medias y tardías) hace que los frentes de cosecha estén muy dispersos en gran parte del área cañera. Así, en época de cosecha los productores no pueden regar aunque les falte mucho tiempo para cosechar su parcela o ya la hayan cosechado. Al respecto, Crecente y Álvarez (2000) describen los beneficios de la concentración parcelaria (mediante sesión de derechos de uso sobre todo) como medida de adaptación al minifundio y pulverización de siembras. La concentración parcelaria, o al menos la compactación del tipo de variedades, son una condición para fortalecer el uso del riego.

La ubicación de las parcelas y tiempos de gestión del riego

El 89% de los encuestados no aplica riego o lo hace en cantidades insuficientes, debido principalmente a la ubicación de sus parcelas en relación con las fuentes de suministro. El 95% del riego en la región es por gravedad; solo 34% de los canales primarios está revestido, por lo que gran parte del agua se pierde por filtración, siendo las parcelas más alejadas las que menor agua reciben. A mayor proximidad al centro de bombeo el número de riegos en la parcela aumenta.

Según el líder de la unidad de riego, “La Esperanza”, otra razón son los tiempos de gestión del riego,

rainfall that has an impact on the low yields in the sugarcane field regions. In this regard, Conde *et al.* (2011) and INECC (2012) catalogue this zone as highly vulnerable to meteorological drought and Ojeda-Bustamante *et al.* (2011) establish that these consequences will have a radical effect on the irrigation demands and on the management of irrigation systems for agriculture in the region. Concerning this, the perception of producers that it is not necessary to irrigate more can change in the coming years and, as Santillán-Fernández *et al.* (2016) show, the potential of small-scale irrigation will be revalued in different sugarcane producing regions in Mexico.

Disperse harvest fronts

Due to the soil characteristics of the zone (clay soils that retain high moisture) and because most of the channels are not lined, to ensure that transport and harvest vehicles can travel without problems toward the cutting fronts, the irrigation events are limited during harvest time. In addition, the irregular distribution of varieties (precocious, average and late) makes the harvest fronts be quite disperse in a large part of the sugarcane area. Thus, during harvest time the producers cannot irrigate although they do not have much time to harvest their plot, or they have harvested it already. In this regard, Crecente and Álvarez (2000) describe the benefits of plot concentration (mostly through transfer of use rights) as a measure of adaptation to the smallholding and the pulverization of crops. Plot concentration, or at least compacting of the type of varieties, is a condition to strengthen the use of irrigation.

Location of plots and irrigation management times

Of the survey respondents, 89% do not apply irrigation or do it in insufficient amounts, due primarily to the location of their plots in relation to the supply sources. Surface irrigation represents 95% of the region; only 34% of the primary channels are lined, which is why large part of the water is lost through filtration, with the farthest plots being the ones that receive least water. With more proximity to the pumping center, the number of irrigation events in the plot increases.

pues ante la falta de organización de los productores las autoridades benefician a los productores más grandes, mientras que a los pequeños se les retardan las autorizaciones: “por eso muchos productores prefieren no aplicar o aplicar solo riego de auxilio”.

La falta de organización en las asociaciones de usuarios de las unidades de riego

Un aspecto que limita el interés de muchos productores para solicitar un mayor número de riegos es su desconfianza hacia las autoridades que administran el distrito de riego. Así, 68% de los encuestados mencionaron que los funcionarios bloquean el acceso al agua y solo apoyan a los grandes productores; quejándose además de los mecanismos de asignación, de las exigencias de pagos complementarios y de la falta de auditorías. De acuerdo con Palerm-Viqueira (2014a), la gobernanza de las unidades de riego está en el centro de la cuestión, es decir, lo que atañe a cómo se toman las decisiones relacionadas con infraestructura de riego y los usuarios que dependen de ella, quién es responsable, cómo se ejerce el poder, y cómo se produce la rendición de cuentas. Estos problemas han sido ampliamente tratados por varios autores, mostrando la generalidad de esta problemática en los distritos de riego de México, y en general su solución queda fuera del alcance de los cañeros (Palerm y Martínez, 2009; Galindo-Escamilla y Palerm-Viqueira, 2012; Cháirez-Araiza y Palerm-Viqueira, 2013; Palerm-Viqueira, 2014a; Palerm-Viqueira, 2014b; Palerm-Viqueira, 2014c), por lo que es necesario fortalecer las acciones de organización para mejorar el uso eficiente del agua.

Acceso a subsidios y créditos para inversión

Por la desorganización que impera entre los productores cañeros de la región, 86% de los encuestados no se consideran como elegibles para acceder a los apoyos gubernamentales (subsidios o crédito) de infraestructura hidroagrícola. Para acceder a estos, el productor debe estar integrado a figuras jurídicas como la ACU (Asociación Civil de Usuarios) o SRL (persona moral) o, en su defecto, ser un usuario hidroagrícola (persona física) y tener totalmente en orden los aspectos legales asociados al riego: concesión de CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), uso de electricidad y perforación de pozos

According to the leader of the irrigation unit, “La Esperanza”, another reason is the irrigation management times, since due to the producers’ lack of organization, the authorities benefit the larger producers while the smaller ones have their authorizations delayed: “this is why many producers prefer not to apply or to apply only auxiliary irrigation”.

Lack of organization in the users’ associations of irrigation units

An aspect that limits the interest of many producers to request a higher number of irrigation events is their distrust of authorities that manage the irrigation district. Thus, 68% of the survey respondents mentioned that government officials block access to water and only support the large-scale producers; they also complain about the allotment mechanisms, the demands for complementary payments, and the lack of audits. According to Palerm-Viqueira (2014a), the governance of the irrigation units is at the center of the issue, that is, what concerns how decisions are made in relation to the irrigation infrastructure and the users that depend on it, who is responsible, how power is exercised, and how accountability is produced. These problems have been widely treated by several authors, showing the generality of this problem in irrigation districts in Mexico, and in general the solution lies outside the reach of sugarcane producers (Palerm and Martínez, 2009; Galindo-Escamilla and Palerm-Viqueira, 2012; Cháirez-Araiza and Palerm-Viqueira, 2013; Palerm-Viqueira, 2014a; Palerm-Viqueira, 2014b; Palerm-Viqueira, 2014c), which is why it is necessary to strengthen the actions for organization to improve the efficient use of water.

Access to subsidies and credits for investment

Because of the prevailing disorganization present among sugarcane producers of the region, 86% of the survey respondents are not considered as eligible to gain access to government backing (subsidy or credit) of hydro-agricultural infrastructure. To access these, producers must be integrated as legal figures such as ACU (Users’ Civil Association, *Asociación Civil de Usuarios*) or SRL (legal entity) or, alternately, they must be a hydro-agricultural user (natural person) and have the legal aspects associated to

(CONAGUA, 2017), lo cual es poco frecuente en la región estudiada.

A través de talleres y pláticas informales, las autoridades del DDR han incentivado a las asociaciones de usuarios a constituirse legalmente para acceder a los créditos y poder así fortalecer el riego; sin embargo, esta labor no ha sido muy fructífera por lo ya señalado.

CONCLUSIONES

El riego es una alternativa viable para mejorar la competitividad del productor cañero, y en la zona de estudio puede incrementar el rendimiento hasta 70%. Sin embargo, la mayoría de los cañeros no lo aplican o lo hacen en cantidades insuficientes, debido al reducido tamaño de sus parcelas, a la amplia dispersión de los frentes de corte, pero sobre todo la ineficaz gobernanza de las unidades de riego, que hacen cara e infructuosa la gestión del agua de riego y no permiten el mantenimiento adecuado a la infraestructura hidroagrícola. En este contexto los apoyos para el mejoramiento de la infraestructura parcelaria son poco atractivos para su gestión.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al otorgar beca-doctoral al primer autor, así como a las autoridades del Distrito de Riego 035, La Antigua, Veracruz, encabezadas por el Ing. Jorge Antonio Mendoza Galarza.

LITERATURA CITADA

- Alcón, F., De Miguel, M. D., y Burton, M. 2008. Adopción de tecnología de distribución y control del agua en las Comunidades de Regantes de la Región de Murcia. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 8(1): 83-102.
- Bravo-Mosqueda, E., Medina-García, G., Ruíz-Corral, J.A., Báez-González, A.D., Mariles-Flores, V. 2012. Cambio climático y su impacto potencial en el sistema producto caña de azúcar en el área de abasto del Ingenio Adolfo López Mateos. INIFAP. *Publicación Especial Núm. 11*. Sto. Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México. 43 p.
- Cháirez-Araiza, C., y Palerm-Viqueira, J. 2013. Organizaciones autogestivas en los distritos de riego: el caso del módulo III San Jacinto en el Distrito de Riego 017, Durango, México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 4(4):19-46. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n4/v4n4a2.pdf>. Página consultada 17 de abril de 2015
- CIMMYT. 1993. Programa de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. La adopción de tec-

irrigation totally in order: CONAGUA (National Water Commission) concession, use of electricity and well perforation (CONAGUA, 2017), which is infrequent in the region studied.

Through workshops and informal talks, the authorities of the irrigation district have promoted for users' associations to become legally constituted in order to gain access to credits and, thus, to be able to strengthen irrigation; however, this task has not been very fruitful because of what has already been mentioned.

CONCLUSIONS

Irrigation is a viable alternative to improve the competitiveness of sugarcane producers, and in the study zone it can increase the yield in up to 70%. However, most of the sugarcane producers do not apply it or do it in insufficient amounts, because of the small size of their plots, the wide dispersion of cutting fronts, but above all the inefficient governance of irrigation units, which makes the management of irrigation water expensive and unfruitful and does not allow the adequate maintenance of the hydro-agricultural infrastructure. Within this context, backing for the improvement of plot infrastructure is not attractive for their management.

—End of the English version—

---*---

nologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México, D.F. <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/42408.pdf>. Página consultada 17 de octubre de 2014.

Conde, C., Estrada F., Martínez B., Sánchez O., y Gay C. 2011. Regional climate change scenarios for México. *Atmósfera* 24(1): 125-140.

CONADESUCA. 2013. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar: Mapas. <http://www.cndsca.gob.mx/regionesriego.html>. Página consultada 15 de marzo de 2015.

CONAGUA. 2012. Comisión Nacional del Agua. Atlas Digital del Agua México 2012 Sistema Nacional de Información del Agua. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/usuariosdelagua32.html>. Página consultada 7 de enero de 2015.

CONAGUA. 2017. Comisión Nacional del Agua. Reglas de operación para el Programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola 2017. www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509785&fecha=30/12/2017. Página consultada 23 de febrero de 2018.

Crecente, R., y Álvarez, C. J. 2000. Una revisión de la concentración parcelaria en Europa. *Estudios Agrosociales y Pes-*

- queros 187: 221-274.
- Galindo-Escamilla, E., y Palerm-Viqueira J. 2012. Toma de decisiones y situación financiera en pequeños sistemas de agua potable: dos casos de estudio en El Cardonal, Hidalgo, México. *Región y sociedad* 54: 261-298. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v24n54/v24n54a9.pdf>. Página consultada 15 de marzo de 2015.
- Hartwich, F., Arispe T., Monge M., y Ampuero L. 2006. Innovación en el Cultivo de Quinoa en Bolivia: Efectos de la Interacción Social y de las Capacidades de Absorción de los Pequeños Productores. IFPRI Discussion Paper.
- INECC. 2012. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, 442 p.
- MAM. 2011. Manual Azucarero Mexicano 2011. 54 Edición. Compañía Editora del Manual Azucarero, S. A de C. V. México, D. F.
- Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., Íñiguez-Covarrubias, M. y Montero-Martínez, M. J. 2011. Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia* 45(1): 1-11.
- Palacios, V. E. 2002. ¿Por qué, cuándo, cuánto y cómo regar? Para lograr mejores cosechas. Primera Edición. Editorial Trillas. México.
- Palerm-Viqueira, J. 2014a. La administración burocrática y no burocrática de sistemas de riego. *Actas de Derecho de Aguas* 4:81-93. http://www.academia.edu/15544802/La_administraci%C3%B3n_burocr%C3%A1tica_y_no_burocr%C3%A1tica_de_sistema_de_riego. Página consultada 17 de abril de 2015.
- Palerm-Viqueira, J. 2014b. Del Estado despótico al comunismo primitivo. *Millars: espai i història* 37: 177-192. <http://dx.doi.org/10.6035/Millars.2014.37.8>. Página consultada 19 de abril de 2015.
- Palerm-Viqueira, J. 2014c. Are visible and strong legal frameworks always necessary to sustain irrigation institutions?: some wider lessons for water resource management. *WIREs Water* 1:295-304. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wat2.1020/epdf>. Página consultada 8 de mayo de 2015.
- Palerm, J., Martínez, S.T. 2009. Aventuras con el agua la administración del agua de riego: historia y teoría. Colegio de Postgraduados. México, 458 p.
- Rodríguez-Herrera, A., Hernández-Rodríguez B., y Palerm-Viqueira J. 2014. El pequeño riego en el río Tlapaneco: experiencias sobre la tradición y la modernidad. *Cuicuilco* 21(60):169-194. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16592014000200009. Página consultada 30 de abril de 2015.
- Santillán-Fernández, A., Santoyo-Cortés V. H., García-Chávez L.R., y Covarrubias-Gutiérrez I. 2014. Dinámica de la producción cañera en México: periodo 2000 a 2011. *AP Agroproductividad*. 7(6):23-29.
- Santillán-Fernández, A., Santoyo-Cortés V.H., García-Chávez L.R., Covarrubias-Gutiérrez I., and Merino A. 2016. Influence of drought and irrigation on sugarcane yields in different agroecoregions in Mexico. *Agricultural Systems*, 143: 126-135
- SIAP. 2009. Sistema de Información Agrícola y Pesquera. "Estudio de gran visión para la identificación de necesidades de riego y drenaje en las zonas de abasto cañeras y propuestas de tecnificación en zonas potenciales como base para el desarrollo de proyectos de inversión". http://www.infocana.gob.mx/materiales/Estudios/INFORME_FINAL.pdf. Página consultada 23 de abril de 2015.