

CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA Y COSTOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 011, GUANAJUATO*

AGRICULTURAL POLLUTION AND COSTS IN THE IRRIGATION DISTRICT 011, GUANAJUATO

Rosario Pérez Espejo^{1§}, Karla Alethya Jara Durán² y Andrea Santos Baca²

¹Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. ²Licenciadas en Economía becarias del Proyecto PAPITT 307105 "Políticas agroambientales para el control de la contaminación del agua". (jalethya@hotmail.com), (hibridos@hotmail.com). [§]Autora para correspondencia: espejo@servidor.unam.mx.

RESUMEN

El presente estudio muestra los resultados de la investigación llevada a cabo en el Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma (DR 011); localizado en la Cuenca del Lerma Chapala, una de las más contaminadas del país. Su objetivo es exponer algunos factores que tienen un impacto en la calidad del agua, entre ellos: uso inadecuado y bajo costo del agua de riego e insecticidas; la insustentabilidad de muchas prácticas agrícolas; baja percepción de los agricultores sobre los efectos de su actividad en el recurso hídrico; una errónea política de subsidio a la electricidad, el agua y los plaguicidas; falta de aplicación de la normatividad vigente y limitada coordinación institucional. Se analizó el uso de agua de riego e insecticidas por tamaño de productor en maíz, sorgo, trigo y cebada, en los ciclos agrícolas otoño-invierno 2007-2008 y primavera-verano 2008, se obtuvieron los costos de producción para cada uno de estos cultivos. La producción de granos ocupa la mayor parte de la superficie del DR 011, tiene un bajo valor económico y usa intensiva e ineficientemente el agua y los insecticidas, afectando la productividad del suelo y la calidad del agua. El trabajo concluye que en el DR011, el tamaño de la unidad productiva determina diferentes prácticas agrícolas y percepciones del problema ambiental y que ésta diferenciación se debe tomar en cuenta en el diseño de medidas de política pública, para controlar la contaminación agrícola del agua.

ABSTRACT

The present study shows the results of research carried out in the Irrigation District 011, Alto Río Lerma (DR 011), located in the Lerma Chapala Basin, one of the most polluted in the country. Its aim is to present some factors that have an impact on water quality, including: inappropriate use and low cost of irrigation water and pesticides, the unsustainability of many agricultural practices, low awareness of farmers about the effects of their activity in water resources, a wrong policy of subsidy on electricity, water and pesticides, lack of enforcement of current regulations and limited institutional coordination. We analyzed the use of water for irrigation and insecticides by size producer of corn, sorghum, wheat and barley, in the agricultural cycles 2007-2008 Autumn-Winter and Spring-Summer 2008, production costs obtained for each of these crops. Grain production takes up most of the surface of the DR 011, has a low economic value and uses intensive and inefficient water and pesticides, affecting soil productivity and water quality. The paper concludes that the DR011, the size of the production unit determines different agricultural practices and perceptions of environmental problems and that this differentiation should be taken into account in the design of public policy measures to control agricultural water pollution.

* Recibido: abril de 2011

Aceptado: noviembre de 2011

Palabras clave: agua de riego, granos, productores, suelo.

Key words: farmers, grain, irrigation water, soil.

INTRODUCCIÓN

El Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma (DR011), es uno de los distritos más importantes y antiguos del país, uno de los más estudiados y se encuentra en una cuenca altamente contaminada (Kloezen *et al.*, 1997; Cruz *et al.*, 2002; Salcedo, 2005).

Una de las fuentes importantes de contaminación del agua en el DR011 son los insumos agrícolas que se emplean en forma inadecuada generando descargas difusas difíciles de regular. También en la mala calidad del agua, la baja percepción de los agricultores sobre los efectos de su actividad en este recurso y una errónea política de subsidio a la electricidad, el agua y los plaguicidas. La falta de una política de control de la contaminación difusa agrícola, se debe que el diseño de instrumentos convencionales como normas e impuestos es metodológicamente complejo y su puesta en marcha, políticamente poco viable (Pérez, 2010).

El presente estudio es parte de una investigación (Proyecto PAPIIT 307105-UNAM: “Políticas agroambientales para el control de la contaminación del agua”), realizada en el DR011 en 2008 cuyo objetivo es mostrar: a) las diferencias en el uso del agua y los insecticidas en los cuatro cultivos principales: maíz, sorgo, trigo y cebada, en los ciclos agrícolas otoño-invierno 2007-2008 y primavera-verano 2008, por tamaño de agricultor; b) el reducido impacto del costo del agua y los plaguicidas en el costo de producción de los cuatro cultivos analizados; y c) la limitada estructura normativa e institucional del estado de Guanajuato, para reducir los impactos ambientales de la agricultura.

Se menciona en primer término, el problema de insustentabilidad de varias prácticas agrícolas y de la sesgada percepción de los agricultores acerca de los impactos ambientales de su actividad en el recurso agua. Posteriormente se analizan el uso y costo del agua de riego e insecticidas por tipo de agricultor (chico, mediano y grande) y por último, se hace referencia a las bases legales y normativas del estado de Guanajuato que inciden en la contaminación agrícola.

El trabajo concluye que en el DR011, el tamaño de la unidad productiva determina diferentes prácticas agrícolas y percepciones del problema ambiental y que esta

INTRODUCTION

The High Lerma River Irrigation District 011 (DR011) is one of the oldest and most important of the country. It has been widely studied and is located in a highly polluted basin (Kloezen, *et al.*, 1997; Cruz, *et al.*, 2002; Salcedo, 2005).

One of the main sources of water pollution in the DR011 irrigation district is the inadequate use of agricultural inputs, generating diffuse discharges which are hard to regulate. Another one is the poor water quality, the misperception of agricultural producers regarding its effects on water, and the misleading politics of subsidizing electricity, water and pesticides. The lack of policies to control diffuse agricultural pollution is a consequence of the design of conventional instruments such as norms and taxes, which are hard to implement, methodologically complex, and politically unviable (Pérez, 2010).

This study is part of a research project (Project PAPIIT 307105-UNAM: “Agro-environmental politics for controlling water pollution”) undertaken in irrigation district DR011 in the year 2008, whose objectives were to show: a) the differences in water use and pesticides in the four main cultivated crops: corn, sorghum, wheat and barley in the agricultural cycles Autumn-Winter 2007-2008 and Spring-Summer 2008 according to types of agricultural producers by size; b) the reduced impact of prices of water and pesticides in overall production costs of the four crops analyzed; and c) the limited normative and institutional structure of the State of Guanajuato in order to reduce environmental impacts of agriculture.

At first, this article discusses the problem of lack of sustainability in agricultural practices as well as the misperception of agricultural producers regarding the environmental impacts of their activities, especially on water resources. Then, irrigation water and pesticide use and costs are analyzed according to the type of agricultural producer (by size: small, medium or large scale), and finally the legal and normative basis of the State of Guanajuato which impact on agricultural pollution.

This paper concludes that in the irrigation district DR011, the size of the agricultural producing unit determines different practices and perceptions of the environment and

diferenciación se debe tomar en cuenta para el diseño de medidas de política pública, para controlar la contaminación agrícola del agua.

Prácticas agrícolas, sustentabilidad y percepción de los agricultores

Se obtuvo la siguiente información sobre la sustentabilidad de algunas prácticas agrícolas:

El 98% de los agricultores, en ambos ciclos agrícolas, no dejó tierra en descanso en los últimos cinco años; el uso intensivo de la tierra, el riego por gravedad y los métodos convencionales de cosecha provocan pérdida de fertilidad, a lo que se responde con un mayor uso de fertilizantes que tiene como efecto, una mayor contaminación del suelo y agua.

El 80% de los productores del ciclo primavera-verano, restringen la rotación de cultivos a la combinación maíz-sorgo; en ocasiones siembran alfalfa, frijol o lechuga, pero sólo en áreas reducidas de sus predios. Lo mismo sucede con 80% de los agricultores del ciclo otoño-invierno: rotan trigo y cebada y sólo ocasionalmente producen brócoli, frijol o garbanzo.

En promedio, sólo 8% de los agricultores empleó composta como abono, este porcentaje es poco, mayor en trigo y menor en sorgo.

Alrededor de 6% de los agricultores reconoció quemar los esquilmos agrícolas; se trata de productores pequeños que no tiene opciones para su manejo, porque carecen de capital y maquinaria y no cuentan con la organización necesaria para obtenerlos.

El 28% de los entrevistados incorporó, el rastrojo al terreno de cultivo; 42% lo empaca, vende o regala (sorprendentemente, casi nadie cría animales), 6% lo empaca para la producción de champiñones y celulosa y sólo 7% practica la labranza cero.

La percepción de los productores acerca de los problemas ambientales de la región, 13% consideró que no había ningún problema, los demás los atribuyen a la refinería de PEMEX, a la planta de la CFE y a las industrias del corredor industrial Celaya-Salamanca. La mayoría de los encuestados atribuye la contaminación del agua a las descargas no tratadas de la industria y de las zonas urbanas, pero no a su actividad; reconoce que hay cambios en el clima y menciona el problema de los envases de agroquímicos que, como en

pollution, and this difference must be taken into account in order to design public policies to control agricultural water pollution.

Agricultural practices, sustainability and perception of agricultural producers

The following information regarding the sustainability of some agricultural practices was obtained:

In both agricultural cycles, 98% of producers did not rotate crops or let the earth rest in the last five years. Intensive farming, gravity irrigation, and conventional harvesting methods cause a loss of fertility that leads to a greater use of fertilizers and results in greater soil and water pollution.

Eighty percent of producers in the spring- summer cycle restrict rotation of crops to the corn-sorghum combination. Occasionally, they plant alfalfa, beans or lettuce, but only in small areas of the land. The same occurs with eighty percent of producers in the Autumn-Winter cycle: they restrict rotation to wheat and barley, and occasionally do they produce broccoli, beans and chickpeas.

On average, only 8% of farmers used compost as natural fertilizer; this average is a little higher for wheat and a little lower for sorghum.

About 6% of producers admitted to burning the harvest; they are usually small scale producers that have no capital or machines to manage harvests differently and are in no position to get organized and obtain credits.

Twenty eight percent of interviewees re-incorporated stubble to cultivated lands, 42% sells it or gives it away (surprisingly, almost nobody breeds livestock), and 6% uses it for the production of mushrooms or cellulose. Only 7% of farmers practice zero tillage farming as described in the manuals.

Regarding the producers' perception of environmental problems in the region, 13% considered that there was nothing to worry about; the rest of them attributed the existing problems to the PEMEX petrol refinery, the CFE electricity plant, and the industries of the Celaya-Salamanca industrial corridor. Most of the sample considers water pollution to result from industrial waste and urban areas, but in no way relating to their agricultural practices. They recognize changes in weather patterns and mention the problem of empty agrochemical

otras zonas agrícolas del país (Ibarra, 2011), se dejan en el campo, se arrojan a drenes, canales y ríos o se queman sin ninguna precaución.

La percepción de los productores sobre los problemas ambientales varía en función del tamaño de su predio. Los chicos tienen una percepción más limitada del problema que los productores grandes, debido seguramente, a su menor nivel de educación. Los grandes exportadores de hortalizas, obligados a cumplir las normas de los Estados Unidos de América sobre residuos tóxicos, exhiben prácticas agrícolas más sustentables que los productores de granos que surten el mercado interno.

Uso del agua

El DR011 es uno de los veintidós principales distritos de riego del país; tiene una superficie de 100 000 ha y en el año agrícola 2007-2008 recibió poco más de mil millones de metros cúbicos (4% del volumen total distribuido) (CONAGUA, 2009a). El 65% del agua proviene de las presas de almacenamiento, 30% de 1 717 pozos y 5% restante se bombea directamente de los cuerpos de agua superficiales (Figura 1). Esta distribución es específica del DR011, porque a nivel nacional el agua de pozos no supera 10%. La lámina bruta de riego extraída de la fuente de abastecimiento fue de 115cm, siete centímetros inferior al promedio nacional.

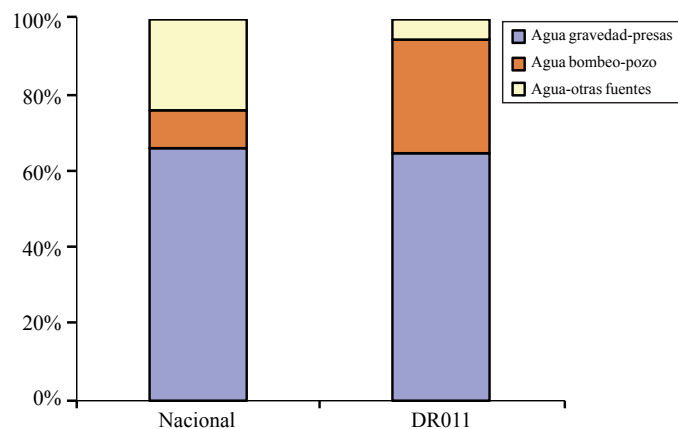


Figura 1. Fuentes de abastecimiento de agua 2007-2008 (CONAGUA, 2009a).

Figure 1. Water supply sources 2007-2008 (CONAGUA, 2009a).

En el DR011 están inscritos poco más de 25 000 usuarios: 59% tiene acceso a riego por gravedad, 31% a pozos privados »la mayoría sin permiso, pero con registro« y oficiales

containers, which like in other agricultural areas of the country (Ibarra, 2011) are dumped in open fields or thrown into drainage, canals, rivers or burnt without any precaution.

The perception of producers regarding environmental problems varies according to the size of their land and production scale. Possibly due to lower levels of education, small scale producers tend to have a more limited perception than larger producers. Large scale producers, exporters of vegetables, are obliged to comply with US regulations regarding toxic waste and thus exhibit more sustainable agricultural practices compared to suppliers in local markets.

Water use

Irrigation district DR011 is one of the twenty two irrigation districts in Mexico; it has a surface of approximately one hundred thousand hectares. For the agricultural year 2007-2008, the irrigation district DR011 received over one billion cubic meters of water (4% of the overall volume distributed; CONAGUA, 2009a). 65% of the water comes from dams, 30% from 1 717 wells, and the remaining 5% is pumped out from surface water bodies (Figure 1). This distribution is specific to irrigation district DR011 as the national average of well water is below ten percent. The net extraction irrigation lamina of the water source was 115cm, seven centimeters less to the national average.

More than 25 000 users are registered at the irrigation district DR011. Out of them, 59% has access to gravity irrigation, 31% to private wells »most of which are registered but operate without license«, and 10% irrigate with water pumped out directly from streams, a forbidden yet commonly practice.

It is hard to establish the exact volume of water used for gravity irrigation in parcels. The total volume available according to the Basin Council is known; as it is assigned to a Society of Limited Responsibility (SRL) which encompasses eleven modules in the irrigation district DR011 and is in charge of operating, conserving and administering the main distribution channel web (CONAGUA, 2009a). Each module is given different volumes of water and crop plantation surfaces are planned accordingly.

When there is enough water available, it is possible to plant crops that demand more water, instead, water scarcity implies restrictions up to the point of leaving certain crops without irrigation. Nevertheless, the modules do not

(aprovechados por grupos de productores) y 10% riega con bombeo directo de las corrientes, práctica prohibida, pero de uso frecuente.

Es difícil determinar con precisión el volumen de agua empleado en riego por gravedad a nivel de parcela; se conoce el volumen disponible en el Consejo de Cuenca y el que éste asigna a la Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), que aglutina a 11 módulos del DR011 y se encarga de operar, conservar y administrar la red principal de canales de distribución (CONAGUA, 2009a). Los módulos reciben un volumen de agua en función a la programación de la superficie a sembrar de cada cultivo.

Cuando hay disponibilidad se permite regar cultivos que demandan más agua y cuando es escasa, se restringe la superficie e incluso, en casos excepcionales, se deja sin regar algún cultivo. Sin embargo, los módulos no tienen información de la cantidad exacta de agua que se distribuye a cada usuario; productores y “canaleros” no conocen la cantidad de agua por unidad de tiempo que proveen los canales primarios, sino sólo los requerimientos de agua por hectárea de cada cultivo y suponen, una cierta lámina de riego.

Con base en la encuesta se estimó el volumen de agua de riego (gravedad y pozos), empleado en la parcela en los dos ciclos. En riego con pozo se puede estimar una lámina más precisa, a partir de la cantidad de agua por segundo que vierte la bomba; no obstante, sus condiciones pueden modificar la estimación.

La lámina de riego neta promedio estimada a nivel de parcela para el año agrícola 2007-2008, fue de 68.1 cm, menor a la reportada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que fue de 115 cm a nivel de fuente de abastecimiento (CONAGUA, 2009a).

La estimación de los requerimientos hídricos de cada cultivo en el DR011, se realizó con base en el Programa DRiego versión 1.0, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (INIFAP-RASPA); que permite calcular la demanda de agua por calendarios de riego, distrito de riego y cultivo, a partir de los balances de humedad del suelo, su textura, localización del distrito de riego, fechas de siembra y variables climáticas de los últimos 20 años.

have information regarding the exact water amounts they distribute to each producer. At the same time, producers and “workers” in water channels do not know the exact amount of water per time unit that the main water channels provide; they only know the water requirements of each crop per hectare, and thus they calculate the irrigation lamina.

Based on the survey, the volume of water used for irrigation (gravity and wells) in parcels in two cycles was estimated. For well irrigation it is possible to estimate a more precise lamina given the amount of water pumped out per second, however, the state of the pump may modify this estimate.

The net average irrigation lamina for the agricultural cycle 2007-2008 at parcel level was 68.1cm, much lower to the 115 cm at the source point as reported by the National Water Commission (CONAGUA, 2009a).

The estimation of water needs per crop in irrigation district DR011 was made based on the Irrigation Program DRiego version 1.0 of the Centre for Disciplinary Research on Water, Soil, and Plant Relations at the National Research Institute for Forestry, Agricultural and Livestock (RASPA-INIFAP); it enables to calculate water demand by irrigation district, calendar and crop according to the balance of soil humidity, texture, location in the irrigation district, sowing season, and weather variables over the last 20 years.

There are differences in irrigation patterns according to each crop; the main and most obvious is the season, given that during the Spring-Summer cycle water comes from rainfall, whereas for the Autumn-Winter cycle it almost entirely comes from irrigation sources. There are also differences in irrigation lamina, the number of times land is irrigated, and the productivity of irrigation water for maize and sorghum in the Spring-Summer cycle and for wheat and barley in the Autumn-Winter cycle. Irrigation water has a much greater productivity for maize and sorghum than for wheat and barley (Table 1).

Given the results of the survey, and the data obtained in the DRiego program, we observe the following: 1) in the Autumn-Winter cycle, a greater number of agricultural producers use more irrigation lamina than necessary; 2) in the Spring-Summer cycle, three out of ten producers of maize, two out of ten producers of sorghum used more irrigation lamina than required; and 3) in the Autumn-Winter agricultural cycle, seven out of ten producers of barley and eight out of ten producers of wheat used more irrigation lamina than necessary.

Existen diferencias en el patrón de riego entre cultivos; la principal y más obvia es entre cultivos de primavera-verano y otoño-invierno, ya que en primavera-verano, gran parte del agua proviene de la lluvia, mientras que en el otoño-invierno la totalidad se cubre con agua de riego. También hay diferencias en la lámina empleada, el número de riegos aplicados y la productividad del agua de riego entre maíz-sorgo del ciclo primavera-verano y cebada-trigo del otoño-invierno. El agua de riego tiene una productividad mucho mayor en el maíz y sorgo, que en trigo y cebada (Cuadro 1).

This abuse is almost nonexistent in the case of maize, and for sorghum the balance is negative, as an important number of producers used less irrigation lamina than necessary, perhaps due to the extraordinary rainfall. For the Autumn-Winter cycle, the overall differences are significant: 33 cm overuse for barley and 52 cm in the case of wheat. In conclusion, farmers producing wheat use greater amounts of water, they overuse it more frequently and by important volumes (Figure 2).

Cuadro 1. Volumen de agua requerido y empleado por cultivo DR011, Año agrícola 2007-2008.
Table 1. Water volume used per crop in the irrigation district DR011, agricultural cycle 2007-2008.

Concepto	Maíz	Sorgo	Cebada	Trigo
Lámina de riego requerida* (cm)	57	60	42	55
Lámina de riego empleada** (cm)	59	40.2	75.44	107.66
Número de riegos**	1.98	1.54	3.34	4.1
Productividad del agua** (m ³ t ⁻¹)	562	518	1 389	1 603

*= programa DRiego ver 1.0 INIFAP-RASPA; **= proyecto PAPIIT-UNAM IN305107.

Entre la lámina de riego basada en la encuesta y la obtenida en el programa DRiego, se observa lo siguiente: 1) en el ciclo otoño-invierno un mayor número de agricultores emplea láminas de riego por encima a la requerida; 2) en el ciclo primavera-verano, tres de cada 10 productores de maíz y dos de cada 10 de sorgo, emplearon láminas mayores a la requerida; y 3) en el ciclo otoño-invierno, siete de cada 10 productores de cebada y ocho de cada 10 de trigo, emplearon láminas mayores a las requeridas.

El sobreriego es casi nulo en el maíz y en sorgo la diferencia es negativa, pues un número importante de productores empleó láminas inferiores a la requerida, quizá por la presencia de lluvias extraordinarias. En los cultivos otoño-invierno, las diferencias agregadas son significativas: 33cm de sobreriego en la cebada y 52 cm en el trigo. En conclusión, los agricultores que siembran trigo emplean mayores volúmenes de agua, incurren con mayor frecuencia en el sobreriego y éste es de mayor magnitud (Figura 2).

Uso y manejo de insecticidas

Los insecticidas son insumos indispensables del paquete tecnológico de la revolución verde que los agricultores emplean en forma cotidiana para evitar o reducir el riesgo de plagas y mantener un determinado rendimiento. En el

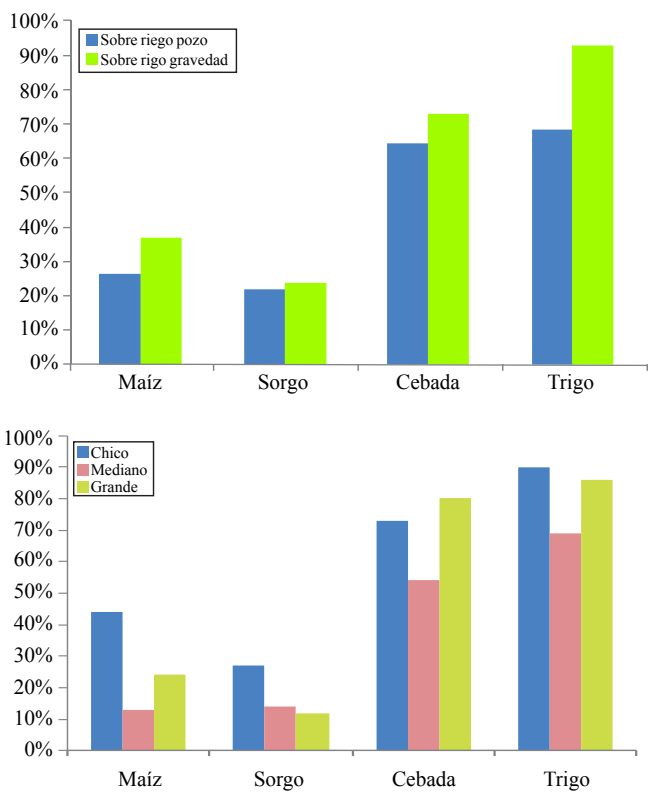


Figura 2. Sobreriego: cultivo, tipo de riego y tamaño de productor DR011.
Figure 2. Water overuse: crop, irrigation type and size of producer DR011.

DR011, entre 70% y 85% de los usuarios señaló tener problemas con algún tipo de plaga y sólo 8% dijo estar libre de plagas y enfermedades. Nueve de cada 10 productores de maíz, cebada y trigo usan insecticidas; en sorgo sólo 40% de los usuarios los emplean. Los productores medianos y grandes emplearon insecticidas con mayor frecuencia.

Las plagas más frecuentes son el gusano cogollero en el maíz; diabrotica y pulgón en cebada y trigo; los insecticidas para combatir éstas y otras plagas, se pueden aplicar directamente a las semillas, durante la siembra (evita plagas en la raíz), sobre el follaje cuando ya están presentes o en áreas aledañas al terreno (Figura 3).

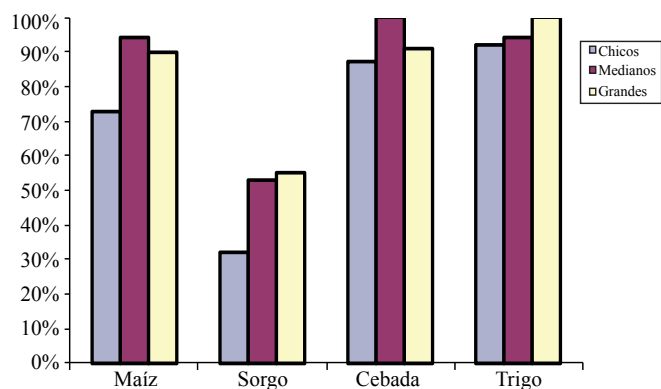


Figura 3. Empleo de insecticidas en el DR011.
Figure 3. Pesticide use in the DR011.

Las semillas tratadas previamente con insecticidas (semillas con “poncho”) se emplean principalmente en el maíz (24% de los usuarios) y en menor proporción en el trigo (3% de los usuarios); estos agricultores también emplearon otros insecticidas en forma complementaria.

Los entrevistados emplearon 15 diferentes sustancias activas como insecticidas, todas en el maíz, cinco en sorgo, cuatro en cebada y seis en trigo. Esta variedad obedece a que un producto puede ser utilizado para combatir diversas plagas y una plaga puede combatirse con distintos insecticidas.

Con base en la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004) para los pesticidas según su nivel de toxicidad, ocho de las 15 sustancias empleadas en el DR011 tienen el nivel más alto de toxicidad (Cuadro 2).

Pesticide use and management

Pesticides are indispensable inputs of the technological parcel of the green revolution that agricultural producers use on an everyday basis in order to prevent or mitigate the risk of plagues and in order to reach a predetermined yield. In the irrigation district DR011 between seventy and eighty five percent of users mentioned having problems with some form of plague, and only eight percent claimed to be free of plagues and affections. Nine out of ten producers of corn, barley and wheat use pesticides; for sorghum, only forty percent of producers use them. Middle and large scale producers use pesticides more often.

The most frequent plagues are ear worms in corn, diabrotic and aphididae in barley and wheat. Pesticides in order to combat these and other plagues can be applied directly to seeds when they are sown (avoiding plagues in the roots), over the foliage, or in areas surrounding plantations.

The seeds previously treated with pesticides are mainly used in corn (twenty four percent of farmers), and in less proportion in wheat (three percent of farmers); these producers also used other complementary pesticides (Figure 3).

Interviewees used fifteen different types of substances as pesticides, all of them in corn crops, five in sorghum, four in barley and six in wheat. This variety is because a single product can be used to combat diverse plagues and also because one plague can be controlled with diverse substances.

Based on toxicity level classifications of the World Health Organization (OMS, 2004), eight of the fifteen substances used as pesticides in irrigation district DR011 have the highest toxicity level (Table 2).

The use of methyl parathion in powder at two percent predominates for corn, barley and wheat crops (Figure 4); given its toxicity (one of the highest according to the OMS), this product was included in Annex III of the Rotterdam Convention Mexico signed in 2005. Producers of sorghum mainly used chlorpyrifos, and secondly methyl parathion.

Cuadro 2. Insecticidas empleadas en el DR011 y su nivel de toxicidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS).
Table 2. Substances used as pesticides in irrigation district DR011 and their level of toxicity according to the World Health Organization (OMS).

Insecticidas	Maíz	Sorgo	Cebada	Trigo	Toxicidad OMS
Clorpirifos	X	X		X	Ia
Forato	X				Ia
Paratión metílico	X	X	X	X	Ia
Terbufos	X				Ia
Carbofuran	X				Ib
Diazinon	X			X	Ib
Metamidofos	X				Ib
Teflutrin	X				Ib
Bifentrina	X		X		II
Cipermetrina	X	X	X	X	II
Endosulfán	X				II
Profenofos.	X	X			II
Dimetoato	X		X	X	II
Lambda cyhalotrina	X	X			III
Malation	X			X	III

Ia= extremadamente tóxico; Ib= altamente tóxico; II= moderadamente tóxico; III= ligeramente tóxico.

En maíz, cebada y trigo, predomina el empleo de paratión metílico en polvo al 2% (Figura 4), producto que debido a su toxicidad (de las más altas según la OMS), fue incluido en el anexo III del Convenio de Rotterdam que firmó México en 2005. Los productores de sorgo emplearon mayormente clorpirifos y en segundo lugar, el paratión metílico.

Un pequeño grupo de productores de maíz, cebada y trigo no emplearon insecticidas. Entre 2 y 10% de los productores emplearon insecticidas en forma errónea (Cuadro 3).

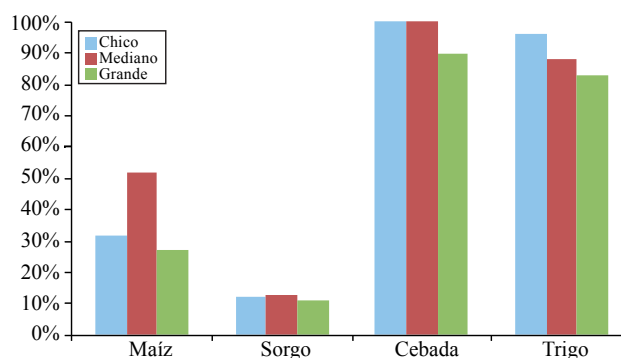


Figura 4. Empleo de paratión metílico en el DR011.
Figure 4. Use of Methyl Parathion in the DR011.

Cuadro 3. Uso de insecticidas no adecuados al cultivo en el DR011.
Table 3. Incorrect use of pesticides according to crop in the DR011.

Cultivo	Maíz	Cebada	Trigo
Usuarios	10%	9%	2%
Sustancia empleada ¹	Profenofos Metamidofos ²	Cipermetrina Bifentrina	Cipermetrina

¹= adecuadas para otros cultivos, pero no para éstos Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPAFEST, 2004); ²= sustancia altamente tóxica (Anexo III del Convenio de Rotterdam).

Las recomendaciones sobre el uso de paratión metílico (el de mayor uso) en el trigo y la cebada, son contradictorias. Su uso más frecuente es en polvo en concentraciones al 2%

A small group of producers of corn, barley and wheat did not use any pesticides. Between 2 and 10% of producers used pesticides incorrectly (Table 3).

y en menor medida en líquido. Sin embargo, el Diccionario de Especialidades Agroquímicas (Fertilización Integral de la Laguna, S.A. <http://filsa.com.mx>) indica que la formulación en polvo no es adecuada para estos cultivos y recomienda los concentrados emulsionables al 48 y 63%.

Según la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, la suspensión acuosa microencapsulada de paratión metílico al 24% es adecuada para trigo y cebada, pero el 2008 del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG) y el INIFAP lo recomiendan en polvo al 2% para combatir el pulgón del trigo. El Plan Rector de la Producción de Cebada, (SAGARPA, <http://www.sagarpa.gob.mx>) identifica al paratión metílico en polvo y al dimetoato, como insecticidas más empleados en el cultivo de cebada.

Una comparación entre los datos de la encuesta y las recomendaciones del INIFAP, CESAVEG y la SAGARPA, muestra que 30% de los productores de trigo y 19% de maíz, emplean cantidades de insecticidas mayores a las recomendadas; una proporción menor de productores de sorgo y cebada también lo hace. El sobreuso de paratión metílico en maíz, cebada y trigo, triplica las dosis recomendadas (Figura 5).

Costos de las prácticas agrícolas

Agua

La Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, establece el cobro de un derecho por la cantidad de agua que se use por encima del volumen concesionado (Artículo 223, inciso C), pero en términos prácticos el agua para riego agrícola, independientemente del volumen empleado es gratuita. Los agricultores que reciben agua por gravedad pagan una cuota a los módulos por el mantenimiento de la infraestructura hidroagrícola, los gastos de operación de los distritos, los sueldos y salarios del personal técnico, operativo y administrativo que trabaja en los módulos.

Esta cuota y la tarifa 09 de la energía eléctrica para el bombeo agrícola, se tomarán como el “costo del agua”, sin considerar los costos de oportunidad del recurso, tampoco los relacionados con su cuidado y conservación. Por lo general, las aportaciones de los usuarios a los módulos del DR011, no alcanzan a cubrir los montos que estipula la CONAGUA para el servicio de mantenimiento (Salcedo, 2005).

The recommendations regarding the use of methyl parathion in wheat and barley (the most widely used substance) are contradictory. It is most frequently used as powder in concentrations of 2%, and to a lesser extent as liquid. However, the Dictionary of Agrochemical Specialty (Integral Fertilization la Laguna, S. A. <http://filsa.com.mx>) indicates that the powder formula is inadequate for these crops and recommends emulsified concentrated at 48 and 63%.

According to CICLOPLAFEST, a water microencapsulated suspension of methyl parathion at 24% is adequate for wheat and barley, although in 2008 the Committee of Plant Health of the State of Guanajuato (CESAVEG) and INIFAP recommended powder at 2% in order to combat aphididae in wheat. The Master Plan for Barley Production (SAGARPA, <http://www.sagarpa.gob.mx>) identifies methyl parathion and dimethoate as the most widely used pesticides for barley cultivation.

Comparing the survey's data with the recommendations of INIFAP, CESAVEG, and SAGARPA, we find that 30% of wheat producers and 19% of corn producers use higher quantities of pesticides than recommended; a lower proportion of sorghum and barley producers also abuse the use of pesticides. Overuse of methyl parathion in corn, barley and wheat trebles recommended doses (Figure 5).

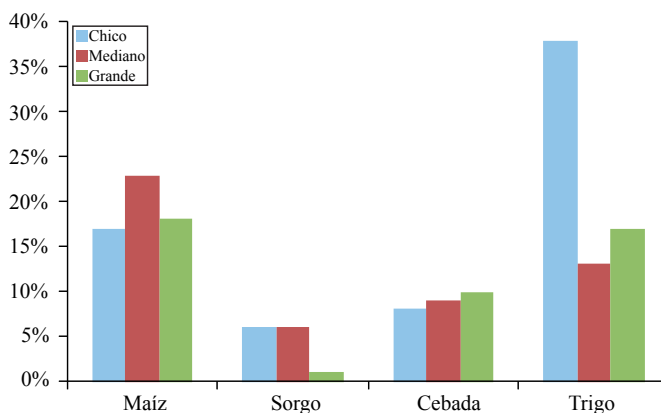


Figura 5. Sobreuso de insecticidas de los usuarios DR011.
Figure 5. Pesticide overuse of the producers DR011.

Costs of agricultural practices

Water

The National Water Law establishes payment for the right to use water quantities above the volume granted (Article 223, clause C), nevertheless, water used for agriculture is de facto

La ineficiencia en el uso del agua para riego no se puede atribuir exclusivamente al agricultor; otros factores que contribuyen al problema son: 1) pérdidas en la conducción por el mal estado de la infraestructura hidroagícola; 2) falta de instrumentos de medición, por lo cual los caudales servidos tienen que estimarse por el personal operativo, lo que puede llevar a una distribución inequitativa del recurso (Vargas, 2010); y 3) acceso limitado a tecnologías modernas de riego cuyo costo es elevado para el agricultor promedio.

En el actual marco institucional, el “derroche” de agua de riego por parte de los agricultores, es un comportamiento económico racional; paradójicamente, el ahorro resultado de mejoras en la tecnificación, lleva a ampliar las superficies regadas y extraer más agua. (Vargas, 2010). El entubamiento total del módulo de Jaral del Progreso se tradujo en un ahorro de sólo 2% del agua distribuida.

El costo promedio del riego con el uso del pozo es de aproximadamente \$ 283.00 por hectárea y el de gravedad de \$ 310.00; éste último varía poco entre tipo de agricultores. El trigo es el cultivo que tiene el costo de agua más elevado, porque requiere entre cuatro y cinco riegos; esto significa que se subsidia un cultivo de bajo valor económico en una zona donde el acuífero está sobreexplotado. También la cebada, que en su totalidad se destina a la producción de malta, tiene un alto costo en agua. La exportación de cerveza y hortalizas representa una exportación neta de agua virtual subsidiada por el estado, en una región donde los recursos hídricos son vulnerables (Hansen y Afferden, 2001).

El costo del agua para los agricultores chicos que siembran maíz y trigo, es mayor que para los medianos y grandes, debido que están menos tecnificados y emplean más agua. El problema es que representan más de 50% del total de productores en cada cultivo (Cuadro 4).

free regardless of the amount. Agricultural producers that use gravity irrigation systems pay a fee for the maintenance of hydro-agricultural infrastructure, operation costs, and the salary of technical, operational and administrative personnel in the modules.

This fee and the electric energy tariff 09 for agricultural pumping are taken as “water costs”, without considering the opportunity costs of this resource, or those relating with its conservation and care. Generally, payment by users of irrigation district DR011 is not enough to pay for maintenance services as stipulated by CONAGUA (Salcedo, 2005).

Inefficient water use for irrigation cannot be exclusively attributed to the agricultural producer; other factors that converge in this problem are: 1) loss by conduction given the poor state of maintenance of hydro-agricultural infrastructure; 2) lack of measuring instruments, which leads to calculations and estimations of water volume used by producers and may lead to an inequitable distribution of this resource (Vargas, 2010); and 3) limited access to modern irrigation technologies that represent high investments for the average producer.

In the present institutional framework, this “waste” of irrigation water on behalf of agricultural producers is a rational economic behavior; paradoxically, water saving resulting from use of better technologies has led to extending irrigation surfaces and thus to extracting more water (Vargas, 2010). For example, piping the overall module Jaral del Progreso translated in water savings of only 2%.

The average cost of well irrigation is approximately \$ 283.00 per hectare, and for gravity irrigation it is \$ 310.00; this last varies little among type of agricultural produce. Wheat is the crop that has highest water costs as it needs to be irrigated between four and five times; this means that

Cuadro 4. Costo total del riego por cultivo y tipo de productor, DR011 (\$ ha⁻¹).

Table 4. Total irrigation cost per crop and type of producer, DR011 (\$ ha⁻¹).

Tamaño del cultivo	Maíz	Sorgo	Trigo	Cebada
Chico	541.00	426.00	1 152.00	987.00
Mediano	379.00	520.00	1 595.00	961.00
Grande	418.00	472.00	967.00	967.00

Mano de obra y maquinaria

La estimación de los costos de la mano de obra y maquinaria incluye las tareas de preparación del terreno, labores de cultivo y trilla. La información obtenida muestra una gran diversidad en las formas como se realizan estas tareas, la frecuencia con que se hacen y los medios que se utilizan. Esta información se comparó con la proporcionada por el módulo de Cortazar y del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Proyecto SISPRO-SECOPA, Guanajuato (SAGARPA-SIAP, 2007) (Figura 6).

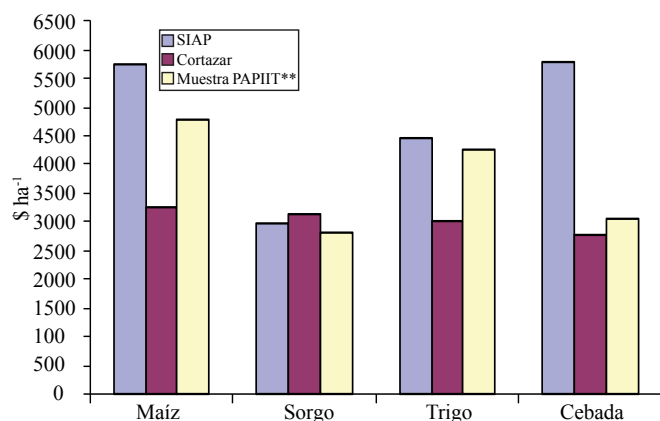


Figura 6. Comparación de costos de mano de obra promedio por hectárea, cultivo y fuente de información.

Figure 6. Comparison of average labor costs per hectare, crop and information source.

Los costos promedio de mano de obra y maquinaria obtenidos en la encuesta están en un punto medio entre los datos del Módulos de Cortazar y los del SIAP.

Agroquímicos y fertilizantes

La encuesta se realizó en una época en la que el precio del petróleo se incrementó notablemente disparando el precio de la urea, principal elemento de los fertilizantes químicos que representaron 46% de los costos totales de producción. En contraste, insecticidas y herbicidas representaron cantidades muy reducidas del costo total de producción: entre el 1.2 y 3.6% los primeros y alrededor del 6% los segundos.

Costos totales

Los agroquímicos representan más de 50% de los costos de producción promedio de los cuatro cultivos analizados y al interior de éstos, los fertilizantes son el rubro más importante. El bajo costo relativo de los insecticidas debido a subsidio

a low economic value crop is subsidized in an area where the aquifer is overexploited. Barley production, which is fully used for malt, implies a high water cost. Exporting beer and vegetables represents a net export of virtual water subsidized by the State in a region where water resources are vulnerable (Hansen and Afferden, 2001).

Water costs for small scale agricultural producers of corn and wheat is higher than for middle and large scale producers given that they have less technology and use more water. The problem is that they represent over fifty percent of overall producers of each crop (Table 4).

Labor and machinery

The estimation of labor and machinery costs includes the tasks of preparing the field, farming and threshing. The information obtained shows a diversity of ways in which these tasks are undertaken, their frequency and the means in order to carry them out. Information was compared with that provided by the module of Cortazar and with the System of Agricultural and Fishing Information SISPRO-SECOPA, Guanajuato (SAGARPA-SIAP, 2007) (Figure 6).

Average costs of labor and machinery according to the survey are half way between the data provided by Cortazar Module and the System of Agriculture and Fishing Information (SIAP).

Pesticides and fertilizers

The survey was conducted in a time when petrol prices increased considerably, shooting up the price of urea, which is one of the main elements of chemical fertilizers, and they represented about 46% of total production costs. In contrast, insecticides and herbicides represent very limited amounts of total production costs: from 1.2 up to 3.6 % insecticides and 6% herbicides.

Total costs

From the four analyzed crops, agrochemicals represent more than 50% of average production costs, of which pesticides are the most important portion. The relatively low cost of insecticides is due to subsidies. This, together with scant information regarding their risk to human health and the environment, encourage their overuse. Something similar occurs with fertilizers. Despite their price increase, they are overused as agricultural programs

y la escasa información sobre sus daños potenciales a la salud humana y al ambiente, incentivan el sobreuso. Con los fertilizantes pasa algo similar, a pesar del incremento en su precio, también se sobre usan porque existen programas agrícolas que los subsidian y porque buena parte de PROCAMPO se destina a su compra (Figura 7).

Políticas públicas y contaminación del agua

Las directrices para el uso del agua en la agricultura se definen en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 y en el Programa Especial Concurrente. Estos instrumentos se basan en leyes federales como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley de Aguas Nacionales (LAN), Ley de Desarrollo Rural Sustentable y Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

El uso del agua en la agricultura se opera y regula mediante diversos programas, pero su contaminación por actividades agrícolas, no está regulada. En forma ambigua, y sin efectos en la práctica, los artículos 120 de la LGEEPA y 96 de la LAN, sujetan a regulación la aplicación de insumos que contaminan los cuerpos de agua. La NOM-001-SEMARNAT-1996 sobre descargas de aguas residuales solo aplica a las descargas puntuales (porcicultura y producción de leche en el sector agropecuario) y los diversos programas forestales y de conservación del suelo, considerados dentro de los “programas voluntarios”, tienen un efecto limitado en la mejoría en la calidad del agua (Shortle y Abler, 2001).

En Guanajuato, la LGEEPA y la LAN tienen su equivalente en la Ley de Aguas para el estado de Guanajuato (LAGto) y en la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del estado de Guanajuato (LPPAGto). La LAGto restringe su ámbito de autoridad a las aguas de jurisdicción estatal que son de menor importancia que las federales y sus definiciones y articulado no hacen ninguna mención a los usos agropecuarios del agua. Por su parte, la LPPAGto contiene disposiciones sobre la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo en actividades agrícolas (artículos 102, 103 y 104) y regula la elaboración de normas técnicas sobre el particular, por parte del Instituto de Ecología del Estado.

En buena parte, los artículos 102, 103 y 104 de la LPPAGto se operan mediante la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-005/2007 (NTAGto 005), “que establece las especificaciones para la gestión integral de los residuos agrícolas (esquilmos), así como para la prevención y control

subsidize them. For example, an important portion of the PROCAMPO federal program is used for purchasing them (Figure 7).

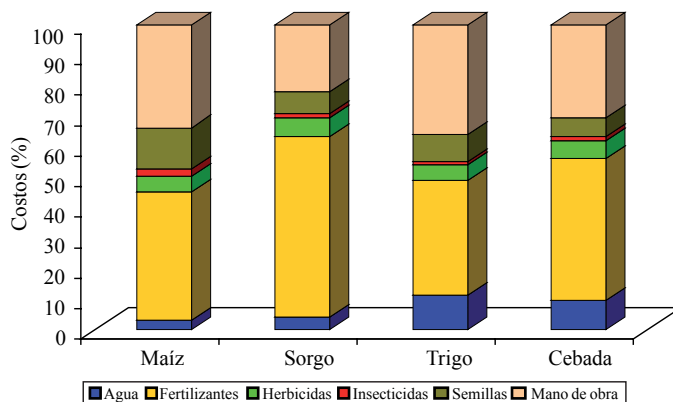


Figura 7. Participación porcentual de los insumos en los costos totales de producción. DR011.

Figure 7. Percentage of inputs proportional to total production costs. DR011.

Public policies and water pollution

The guidelines for water use in agriculture are set forth in the National Development Plan 2007-2012, in the National Water Program 2007-2012, and in the Special Concerted Program for Sustainable Rural Development (PEC-SAGARPA). These frameworks are based on federal laws such as the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection (LGEEPA), the National Water Law (LAN), the Sustainable Rural Development Law, and the Federal Budget and Fiscal Responsibility Law.

Water use for agriculture is regulated through diverse programs, although water pollution resulting from agricultural activities is not. In an ambiguous way and without practical effects, articles 120 of LGEEPA and 96 of LAN stipulate regulations for inputs that pollute water bodies. Official norm NOM-001-SEMARNAT-1996 regarding wastewater discharges only applies to point discharges (pig farming and milk production in the agricultural sector), and forestry and soil conservation programs considered within the rubric “voluntary programs” only have a limited impact in improving water quality (Shortle and Abler, 2001).

In Guanajuato, LGEEPA and LAN have their equivalent at state level, i. e., the Water Law for the State of Guanajuato (LAGto) and the Law for Environmental Protection and

de la contaminación generada por su manejo inadecuado”. Esta norma, que contiene un listado de buenas prácticas agrícolas, se fundamenta en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del estado y los municipios de Guanajuato, la cual se orienta, casi en su totalidad, a los residuos sólidos urbano y sólo marginalmente a los residuos agrícolas que considera de manejo especial.

La inspección y vigilancia de la NTA Gto 005 está a cargo de la Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Guanajuato (PROPEGto), y es obligatoria para todo tipo de productor agrícola y para cualquier persona o grupo de personas que realicen quema de esquilmos.

Las prohibiciones y recomendaciones de la NTA Gto 005, reflejan una parte de los compromisos de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y coinciden con las recomendaciones sobre adaptación y mitigación de la FAO, para la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático (FAO, 2009). Podrían tener un efecto positivo en la reducción de la contaminación del aire y suelo e indirectamente en la del agua, si se cumpliera con ellas.

Las disposiciones generales de la NTA 005 regulan las siguientes prácticas agrícolas: 1) manejo del suelo; 2) rotación de cultivos; 3) labranza de conservación; 4) empaque de esquilmos; 5) aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado; 6) elaboración de sustratos a partir de las pacas de esquilmos para la producción de hongos comestibles; 7) producción de humus mediante lombricultura; 8) aprovechamiento para elaborar materiales de construcción; 9) elaboración de composta; y 10) producción de biocombustibles. Esta norma hace obligatorio el empaque de al menos 70% de los esquilmos agrícolas, para su reutilización y la reincorporación de 30% restante al suelo. Prohíbe la quema de residuos agrícolas en cualquier época del año.

En la práctica, la PROPEGto sólo puede atender y con limitaciones de personal y recursos materiales, la parte de la norma que se refiere a la quema de esquilmos agrícolas. Ninguna otra dependencia o institución estatal impulsa y vigila las prácticas agrícolas que de acuerdo con la NTA 005, son obligatorias.

Otros programas estatales relacionados con prácticas sustentables en agricultura, que no necesariamente mejoran la calidad del agua, son el de bordería, nivelación

Preservation for the State of Guanajuato (LPPAGto). The scope of the LAGto law are state waters, it is of less importance than federal laws, and its definitions and articles do not mention agricultural water use. In turn, the LPPAGto law contains dispositions regarding the preservation and sustainable exploitation of soils for agricultural activities (articles 102, 103 and 104), regulating the elaboration of technical norms by the Institute of Ecology of the State of Guanajuato.

Articles 102, 103 and 104 of the LPPAGto law operate through the Environmental Technical Norm NTA-IEE-005/2007 (NTAGto 005); it “establishes the specifications for the integrated management of agricultural waste, as well as for the prevention and control of pollution generated by its mismanagement”. This norm, which contains a listing of good agricultural practices, is rooted in the Law for the Integrated Management of Waste in the State and Municipalities of Guanajuato. It focuses almost entirely on solid urban waste, and only marginally, on agricultural residues it considers needs special handling.

The inspection and vigilance of norm NTAGto 005 is responsibility of the Environmental Protection Agency of the State of Guanajuato (PROPEGto), and it is mandatory for all types of agricultural producers and person or people who burn agricultural waste.

Prohibitions and recommendations of norm NTAGto 005 reflect some of Mexico’s commitments following the United Nations Framework Convention on Climate Change and they coincide with FAO’s adaptation and mitigation strategies for food sovereignty in the face of climate change (FAO, 2009). If enforced, they could have a positive impact in the reduction of air and soil pollution, and indirectly on water pollution.

The general dispositions of norm NTA 005 regulate the following agricultural practices: 1) soil management; 2) crop rotation; 3) agricultural conservation; 4) waste packaging; 5) use of waste and agricultural byproducts for feeding livestock; 6) using stubble for the production of mushrooms; 7) producing humus through vermiculture; 8) use of waste as construction materials; 9) composting practices; and 10) biofuel production. This norm makes it compulsory to pack at least 70% of agricultural waste for recycling, and the remaining 30% is reused in the soil. It strictly prohibits burning agricultural waste at any time during the year.

de tierras, desarrollo parcelario, cultivos alternativos y el programa de uso sustentable de los recursos naturales, que sólo opera en zonas de temporal. Estos programas se gestionan por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Guanajuato.

Los programas más importantes en el estado son los de modernización, tecnificación y ampliación del riego, a los que se asigna enormes recursos y cuyos resultados en términos de ahorro de agua no han sido los esperados (CONAGUA, 2009b; FIRCO, 2010). La respuesta a estos programas ha sido la ampliación de la superficie cultivada y un mayor uso de agua y agroquímicos que incrementan su contaminación. En Guanajuato como en otros estados, las políticas que tienen una mayor incidencia en el deterioro de la calidad del agua y su sobreexplotación, son las políticas federales de subsidio a la tarifa eléctrica para bombeo agrícola, plaguicidas y fertilizantes.

CONCLUSIONES

La producción de granos ocupa la mayor parte de la superficie del DR011, tiene bajo valor económico y usa intensiva e ineficiente el agua y los insecticidas, afectando la productividad del suelo y calidad del agua. Los costos del agua y los insecticidas representan un porcentaje reducido del costo total, debido a subsidios, los cuales estimulan el sobreuso de estos insumos. El costo de contaminar y sobreexplotar agua y suelo es prácticamente cero.

La legislación federal sobre contaminación agrícola del agua es ambigua y su observancia prácticamente nula, porque no se vincula a políticas que la hagan operativa. En Guanajuato, no existe un marco legal, tampoco políticas para controlar la contaminación del agua. El único instrumento que puede tener un impacto positivo en la calidad del suelo y el aire es la Norma Técnica Ambiental 005, pero ninguna dependencia se encarga de hacer cumplir las prácticas agrícolas que recomienda la norma.

Las prácticas agrícolas que realizan los productores y su percepción (en general, sesgada “son otros los que contaminan”) del problema de contaminación del agua, varían de acuerdo con la extensión de su predio. Por tal motivo, las políticas federales y estatales deberían considerar la diferenciación de los agricultores y focalizar

In fact, given budget and personnel limitations, PROPEGto can only deal with the fraction of the norm that refers to the burning agricultural waste. No other state institution is responsible for ensuring compliance with norm NTA 005 relating to agricultural practices.

Other state programs linked to sustainable agricultural practices, which do not necessarily improve water quality are: parcel development, borders, land grading, alternative crops, and the program of sustainable use of natural resources that only operates temporally in different areas. These programs are managed by the Ministry of Agricultural Development of the State of Guanajuato.

The most important state funded programs focus on modernization, automation and extending irrigation; they are given very important amounts of resources and their results in terms of water savings have been far from satisfactory (CONAGUA, 2009b; FIRCO, 2010). The response to these programs has been extending cultivated areas, leading to greater water consumption and to using more agrochemicals, which in turn further pollutes water. In Guanajuato, as in other states, the politics that have had the greatest impact in water quality and overexploitation are federal politics of subsidizing electric energy for agricultural pumping, pesticides and fertilizers.

CONCLUSIONS

The production of grains occupies most of the surface of irrigation district DR011; it has a low economic value and uses intensively and inefficiently water and insecticides, affecting soil productivity and water quality. Given subsidies, the costs of water and insecticides represent a small share of total production costs, which stimulates their overuse. The cost of polluting and overexploiting water and soils is almost zero.

Federal legislation regarding agricultural pollution of water is ambiguous and its compliance is symbolic, as it is not tied to public policies that operationalize it. In Guanajuato, there is neither the legal framework nor the public policies to control agricultural pollution of water. The only instrument that might have a positive impact

a la población objetivo en función de la tipología, sus verdaderas necesidades y los problemas hídricos específicos en cada región.

LITERATURA CITADA

- Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. 2004. Catálogo de plaguicidas. Coedición con: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Secretaría de Comercio y fomento Industrial; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; y Secretaría de Salud. URL: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/bv/libros.htm>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2009a. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2007-2008. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Guanajuato. 2008. Folleto campaña de manejo fitosanitario de trigo. SAGARPA, SENASICA, Gobierno del estado de Guanajuato. URL: <http://www.cesaveg.org.mx>.
- Cruz, F. Valdivia, R. y Scott, C. 2002. Productividad del agua en el Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma. Agrociencia. 36:483-493.
- Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera-SAGARPA. 2007. Guía de plaguicidas de uso agrícola. URL: <http://148.245.191.4/guiaplagnicio.aspx>.
- Fertilización Integral de la Laguna, S. A. FILSA. 2006. Diccionario de especialidades agroquímicas. URL: <http://filsa.com.mx>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). 2010. Informe del Proyecto Estratégico de Tecnificación del Riego 2009. URL: <http://www.firco.gob.mx/transparencia/FraccionXI/tecnificacion-informe-abr192010.pdf>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2009. Food security and agricultural mitigation in developing countries: options for capturing synergies. Rome. 80 p.
- Gobierno Federal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. 2009b. Evaluación de diseño del programa S217 tecnificación y modernización de unidades de riego. Septiembre 2009. URL: http://programas.jalisco.gob.mx/capturatps/documentos/unidades_de_riego.pdf.
- in soil and water quality is the Environmental Technical Norm 005, but there is no institution in charge of enforcing the agricultural practices it sets forth.
- Agricultural practices and perception of producers surrounding the issue of water pollution (generally biased: “it is others who pollute waters”) vary according to the size of the production unit. Thus, federal and state policies should differentiate each type of agricultural producer and focus on target populations according to this typology, accounting for specific water needs and problems in each region.

End of the English version



- Ibarra, C. G. 2011. Las actividades agrícolas y su impacto en la calidad de los recursos hídricos: el caso del Valle del Carrizo, Sinaloa, México. Tesis doctoral. Posgrado en Economía, UNAM. 135 p.
- Kloezen, W. H.; Garcés, C. y Jonson, S. H. 1998. Los impactos de la transferencia del manejo del riego en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, Instituto Internacional para el Manejo de la Irrigación. Informes de investigación. Núm. 15. 37 p.
- Norma Técnica Ambiental (NTA-IEE). 2007. Decreto Gobernativo Número 79, Año XCV, Tomo CXLVI Guanajuato, Guanajuato, a 19 de agosto del 2008. Núm. 133.
- Organización Mundial de Salud (IDEM OMS). 2004. The WHO recommended classification of pesticides by hazard. Guidelines to classification 2004.
- Pérez, E. R. 2010. Contaminación del agua por la agricultura: retos de política y estudio de caso en Guanajuato, en Retos de la Investigación del Agua en México, CONACYT, CRIM. México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2009. Guía de plaguicidas de uso agrícola. URL: <http://148.245.191.4/guiaplagnicio.aspx>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. El plan rector de producción de cebada. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Paginas/SistemasProductoIntegrados.aspx>.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP). 2007. Consideraciones a las estructuras de costos de producción por sistema producto generadas por el proyecto seguimiento de costos de producción agrícola por sistema producto (SISPRO-SECOPA). URL: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1832&tipo=1>.
- Hansen, A. M. and Afferden, M. V. 2001. Toxic substances. Sources, accumulation and dynamics. *In*: Hansen, A. M. y Afferden, M. V. (eds.). The Lerma Chapala watershed: evaluation and management. Kluwer Academic/Plenum Press, New York. EUA. 95-121 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Campaña de manejo fitosanitario de trigo 2008. URL: <http://www.cesaveg.org.mx>.
- Salcedo, I. 2005. Buscando la organización después de la transferencia en los Distritos de Riego de México en Geografía Agrícola. Núm. 35. Julio-diciembre. 151-160 pp.
- Shortle, S. and Abler, R. 2001. Environmental policies for agricultural pollution control. CABI Publishing. London. 224 p.
- Vargas, S. 2010. Aspectos socioeconómicos de la agricultura de riego en la Cuenca Lerma-Chapala. Revista Economía, Sociedad y Territorio. El Colegio Mexiquense, A. C. 6(32):231-263.