

OPCIONES DE POLÍTICA AMBIENTAL PARA GARANTIZAR LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA EN PUEBLA, MÉXICO

ENVIRONMENTAL POLICY OPTIONS TO GUARANTEE THE SUSTAINABILITY OF THE SUGAR AGROINDUSTRY IN PUEBLA, MÉXICO

José R. Pérez-Cruz^{1*}, Susana E. Rappo-Miguez²

¹FEBUAP. (neburzerep@hotmail.com). ²CEDES BUAP. (susanarappo@hotmail.com)

RESUMEN

Con la finalidad de avanzar en el análisis de su huella ecológica, se exponen aspectos que conforman la cadena productiva y de valor de la Agroindustria Azucarera en Puebla, que se inicia con la producción de caña de azúcar en los ejidos dedicados a su cultivo, hasta la obtención del azúcar, mediante el proceso de transformación en los ingenios, con el fin de presentar la problemática ambiental en los diferentes momentos de la cadena de producción, y de esta manera visualizar las opciones de política ambiental tendientes a garantizar la sustentabilidad de la agroindustria.

Palabras claves: azúcar, cadena productiva, políticas públicas, problemática ambiental.

INTRODUCCIÓN

Este ensayo tiene el objetivo de plantear opciones de política ambiental para garantizar la sustentabilidad de la Agroindustria Azucarera (AIA) en el estado de Puebla, a partir de analizar sintéticamente el conjunto de actividades que conforma la cadena productiva y de valor que se inicia con la producción de la caña de azúcar en los ejidos dedicados a su cultivo, el transporte y la transformación en los ingenios hasta la obtención del azúcar en sus distintas presentaciones. El concepto de sustentabilidad ha pasado de ser uno de aceptación casi general a ubicarse dentro de un fuerte debate; nos adherimos a la aspiración de arribar a una sustentabilidad súper-fuerte, que sostiene que el ambiente debe ser valorado de manera económica, pero incorporando también los valores culturales, sociales y ecológicos

* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2014. Aprobado: enero, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 13: 193-216. 2016.

ABSTRACT

With the aim of advancing in the analysis of its ecological footprint, aspects that make up the productive and value chain of the Sugar Agroindustry in Puebla are exposed, which begins with sugar cane production in the *ejidos* devoted to its cultivation, until obtaining sugar through the transformation process in sugar plants. This, with the aim of presenting the environmental problematic in the different moments of the production chain, and therefore visualize the options of environmental policy that tend to guarantee the sustainability of the agroindustry.

Key words: sugar, productive chain, public policies, environmental problematic.

INTRODUCTION

This essay has the objective of presenting environmental policy options to guarantee the sustainability of the Sugar Agroindustry (SAI) in the state of Puebla, stemming from analyzing systematically the set of activities that make up the productive and value chain that begins with the production of sugar cane in the *ejidos* devoted to its cultivation, the transport and the transformation in sugar plants until obtaining sugar in its different presentations. The concept of sustainability has gone from being one of nearly general acceptance to being placed within a strong debate; we adhere to the aspiration of arriving at super-strong sustainability, which maintains that the environment must be valued economically, but also incorporating the cultural, social and ecological values of original peoples; this should be supported by a new ethics that breaks with the idea of economic growth as the motor of development, and accentuates the quality of life.

de los pueblos originales; apoyándose en una nueva ética, que rompa con la idea del crecimiento económico como motor del desarrollo, y ponga el acento en la calidad de vida.

La problemática ambiental de la AIA se encuentra asociada a los patrones de producción imperantes en los diferentes momentos de la cadena productiva, que requiere el uso de fertilizantes químicos, pesticidas, alto consumo de agua en los campos de cultivo; la roza practicada durante la zafra, que incluye el desgaste de los suelos y la emisión de CO₂ a la atmósfera, (aunado a los riesgos laborales); y, en el ámbito de la industria, el gran impacto en el recurso agua, por el uso de grandes cantidades en el proceso productivo y la generación de residuos que se descargan a corrientes de aguas superficiales, además de otras emisiones de gases y partículas al ambiente, por el uso de combustibles fósiles.

El análisis de la cadena productiva de la AIA nos permite ubicar las actividades de alto impacto ambiental que persisten en una agroindustria con patrones de producción que datan de muchas décadas, en la que está presente también la creación de valor, que no considera la reparación de los daños al ambiente generados por los productores y también por los empresarios que participan en ella.

Planteamos que la implementación de procesos productivos sustentables en la AIA implica el análisis y revisión de la cadena, acorde con la normatividad ambiental mexicana vigente. También reflexionamos sobre las políticas ambientales que apuntan hacia la sustentabilidad súper-fuerte de la misma.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES EN MÉXICO

La autoridad ambiental en México es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuya función es atender de manera integral la agenda ambiental, en la que se incluyen tanto la gestión de los recursos naturales renovables como el cuidado del medio ambiente; de esta Secretaría dependen dos organismos desconcentrados, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

El INE fue creado en el contexto de la integración de México a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN),

The environmental problematic of the SAI is associated to the prevailing patterns of production in the different moments of the productive chain, which requires the use of chemical fertilizers, pesticides, high water consumption in the cultivation fields; the slashing practiced during the sugar harvest, which includes soil erosion and CO₂ emission to the atmosphere (in addition to labor risks); and, in the industrial sphere, the great impact on the water resource, as a result of the use of large amounts in the productive process and the generation of residues that are discharged into superficial water currents, in addition to other emissions of gas and particles into the environment, from the use of fossil fuels.

The analysis of the SAI productive chain allows us to locate the activities of high environmental impact that persist in the agroindustry with production patterns that date from many decades ago, where the creation of value is also present, which does not consider the repairation of environmental damage generated by the producers and also by the entrepreneurs who participate in it.

We suggest that the implementation of sustainable productive processes in the SAI implies the analysis and revision of the chain, in accordance with the current Mexican environmental law. We also reflect upon the environmental policies that point towards its super-strong sustainability.

FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF ENVIRONMENTAL POLICIES IN MÉXICO

The environmental authority in México is the Ministry of the Environment and Natural Resources (*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, SEMARNAT), whose function is to address the environmental agenda integrally, in which both the management of renewable natural resources and the care for the environment are included; two decentralized organizations depend on this Ministry, the National Institute of Ecology (*Instituto Nacional de Ecología*, INE) and the Federal Environmental Public Prosecutor's Office (*Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*, PROFEPA).

The INE was created within the context of the integration of México to the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) and the North American Free Trade Agreement (NAFTA), with the charge of implementing an

con la encomienda de instrumentar una estrategia ambiental para la industria mexicana en la que se planteaba el logro de la competitividad, así como la protección del empleo y la salud.

Las funciones del INE son la planeación ecológica, la normatividad ambiental, el aprovechamiento ecológico de los recursos naturales, la investigación y desarrollo tecnológico con fines ambientales; asume tareas regulatorias, normativas y de gestión ambiental que lo convierten en una entidad prioritaria.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) tiene asignadas las actividades de inspección, vigilancia en el uso, protección y aprovechamiento de los recursos naturales y ordenamiento ecológico de competencia federal, además tiene las facultades de control y de atención ciudadana, como son vigilar y evaluar el cumplimiento de la normatividad aplicable y las disposiciones jurídicas aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental, así como en materia de impacto ambiental, y descargas de aguas residuales a cuerpos de aguas nacionales, imponer las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes, la atención de emergencias y contingencias ambientales, la denuncia y coadyuvancia penal, así como la acción ante tribunales por daños a la vida silvestre y su hábitat.

En lo que respecta a las acciones de la PROFEPA en el ámbito industrial, que es uno de los objetivos de nuestra investigación, éstas tienen dos vertientes. Una, la auditoría ambiental; otra, la verificación normativa. La primera es un programa dirigido a las empresas que, por sus procesos de producción, así como por el sector de actividad en que se encuentran, representan riesgos al medio ambiente. Una característica fundamental es que las empresas lo adoptan de manera voluntaria y a iniciativa propia; no hay una obligatoriedad.

Las auditorías ambientales se han aplicado principalmente a las grandes empresas privadas, las paraestatales de gran tamaño y en una pequeña proporción a las empresas de menor tamaño. Mediante éstas, la Procuraduría verifica el grado de cumplimiento de las diversas normas en el conjunto de las operaciones de la empresa, tales como prevención y control de la contaminación ambiental, riesgo e higiene industrial, así como medidas de seguridad en el establecimiento industrial. Una vez detectadas las deficiencias se dictan medidas preventivas que son monitoreadas por la PROFEPA a través de la firma del plan de acción con

environmental strategy for the Mexican industry to achieve competitiveness, as well as for the protection of employment and health.

The functions of the INE are ecological planning, environmental regulation, ecological exploitation of natural resources, research and technological development with environmental aims; it assumes regulatory, normative and environmental management tasks which make it a priority entity.

The PROFEPA is assigned the activities of inspection, vigilance in use, protection and exploitation of natural resources and ecological ordering of federal competence, in addition to having the faculties of control and citizen attention, such as monitoring and evaluating the compliance with the applicable regulation and legal dispositions applicable to the prevention and control of environmental pollution and in the sphere of environmental impact and discharges of residual waters to national water bodies; imposing the measures of security and the sanctions that are appropriate, attending emergencies and environmental contingencies, denouncing and legal third-party contribution, as well as taking action before courts because of damages to wild life and its habitat.

Concerning actions by PROFEPA in the environmental sphere, which is one of the objectives of our research, these have two aspects. One, environmental auditing; and the other, normative verification. The first is a program directed at companies which, because of their production processes, as well as because of the sector of activity where they are found, represent risks to the environment. A fundamental characteristic is that companies adopt it voluntarily and of their own accord; there is no obligatory nature.

Environmental auditing has been applied primarily with large private companies, large semi-official ones, and in smaller proportion, companies of smaller size. Through these, the Prosecutor's Office verifies the degree of compliance with the various laws in the whole of the company's operations, such as prevention and control of environmental contamination, industrial risk and hygiene, as well as security measures in the industrial facilities. Once the deficiencies are detected, preventive measures are enacted which are monitored by PROFEPA through the signing of the action plan with the company that has been audited. It is important to point out

la empresa que ha sido auditada. Es importante señalar que la inmensa mayoría de las empresas (medianas, pequeñas y micro) no participan en el programa de auditorías ambientales. Es necesario mencionar que la mayoría de los ingenios participan de manera voluntaria en las auditorías ambientales.

En lo que respecta a la verificación normativa, esta se ejerce mediante visitas de inspección que dan lugar a sanciones administrativas o a que se dicten medidas técnicas para la corrección de los problemas detectados.

El antecedente más lejano de la aplicación de lo que puede llamarse regulación o política ambiental en la actividad económica de la AIA, lo encontramos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que es el instrumento fundamental de la operación de la política ambiental. Sus aspectos básicos en lo referente a la Industria fueron establecer disposiciones para el control de la contaminación de la atmósfera, del suelo, del agua, el control de materiales y residuos peligrosos, la clasificación de las fuentes de contaminación y las sanciones para quienes violaran la Ley.

En México, la política ambiental dirigida hacia la industria parte del principio de no utilizar acciones regulatorias directas, más bien se diseñó para que las empresas llegaran a una autorregulación voluntaria, que contenga un carácter preventivo más que correctivo. Se pretende racionalizar el uso de instrumentos de los que dispone la política ambiental, siguiendo el principio de la estandarización de los instrumentos, por consiguiente son pocos los instrumentos utilizados, descartándose en particular la aplicación de impuestos ecológicos. La autoridad ambiental en México promueve con fuerza la utilización de instrumentos de política ambiental de tipo voluntario, con la finalidad de promover las acciones de autorregulación de las empresas, como son los convenios de concertación entre la industria y la autoridad, las auditorías ambientales y la certificación ISO 14001.

IMPORTANCIA DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA EN LA ECONOMÍA MEXICANA Y EN LA REGIÓN DE PUEBLA

El análisis de la Agroindustria Azucarera mexicana es relevante en más de un sentido: por ser una de las actividades productivas más antiguas del país, por su importancia económica, productora de un bien de la

that the great majority of the companies (medium, small, and micro) do not participate in the program of environmental audits. It is necessary to mention that most of the sugar plants participate voluntarily in environmental auditing.

With regard to normative verification, it is exercised through inspection visits that give rise to administrative sanctions or which are enacted through technical measures for the correction of problems detected.

The farthest precedent from the application of what can be called regulation or environmental policy in the economic activity of the SAI is found in the General Law of Ecological Equilibrium and Environmental Protection (*Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, LGEEPA), which is the fundamental instrument of the operation of environmental policy. Its basic aspects with regard to the industry were to establish dispositions for the control of contamination of the atmosphere, soil, water, the control of dangerous materials and residues, the classification of sources of pollution, and the sanctions for those who violated the Law.

In México, the environmental policy directed at the industry stems from the principle of not using direct regulatory actions, and it was instead designed for the companies to reach voluntary self-regulation, which contains a preventive character rather than a corrective one. The use of instruments that the environmental policy has is attempted to be rationalized, following the principle of standardization of the instruments, and therefore the instruments used are few, dismissing in particular the application of ecological taxes. The environmental authority in México strongly promotes the use of instruments of environmental policy that are voluntary, with the aim of promoting self-regulation actions by companies, such as agreements between the industry and the authority, environmental auditing, and the ISO 14001 certification.

IMPORTANCE OF THE SUGAR AGROINDUSTRY IN THE MEXICAN ECONOMY AND IN THE REGION OF PUEBLA

The analysis of the Mexican Sugar Agroindustry is relevant in more than one sense: because it is one of the oldest productive activities in the country, because of its economic importance, producer of a

canasta básica, por su entrelazamiento entre agricultura e industria y por su impacto regional, que le ha permitido tener influencias en el terreno social muy relevantes. Es una industria representativa de la vieja agricultura de contrato dominada por la industria, históricamente asociada al proceso de distribución de la tierra y porque determina la vida económica en amplias regiones del país (Rappo Miguez, 2002).

México se encuentra entre los primeros 10 países productores y consumidores de azúcar; la AIA genera aproximadamente 300 000 empleos de manera directa, en quince estados de la República, con 60 ingenios azucareros agrupados en once consorcios empresariales. Esta agroindustria presenta innumerables encadenamientos; integra actividades primarias, industriales, comerciales y de servicios, con lo cual aparece un efecto multiplicador del empleo que impacta en tres millones de personas (Hernández Barajas, 2000:21)

Sin embargo, también la AIA enfrenta dificultades históricas, que impiden un patrón de crecimiento sostenido, que cae en situaciones de crisis recurrentes de carácter prolongado³. Son diversas las facetas que adopta esta crisis, puede hablarse de una crisis de decapitalización, una crisis de rezago tecnológico, una crisis de productividad, una crisis de competitividad en el ámbito internacional, una crisis financiera, una crisis laboral y una crisis ambiental, entre otras.

Las dificultades que presenta la AIA nacional pueden sintetizarse así:

- Los patrones de consumo de la población mexicana, que han incidido en aumentos en la demanda nacional del azúcar y sus derivados, junto a los procesos de liberalización a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que si bien han sido un fuerte estímulo para que en los años recientes se hayan presentado incrementos en la producción de azúcar, también se han incrementado las importaciones de sus sustitutos, en especial el jarabe de alta fructuosa, que en los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial en su cuota de importación, con una tendencia a incrementarse.
- El mercado internacional del azúcar, altamente protegido y dominado por los Estados Unidos, quienes inciden en los bajos precios internacionales del azúcar, han desestimulado las exportaciones mexicanas del dulce, y han alentado el

good for the basic basket, because of its interlacing between agriculture and industry, and because of its regional impact, which has allowed it to influence the social scope in quite relevant ways. It is an industry that is representative of the old contract agriculture dominated by the industry, historically associated to the process of land distribution, and because it determines the economic life in wide regions of the country (Rappo Miguez, 2002).

México is found among the first 10 sugar producing and consuming countries; the SAI generates approximately 300 000 jobs directly, in fifteen states of the Republic, with 60 sugar plants grouped in eleven entrepreneurial consortia. This agroindustry presents countless links; it integrates primary, industrial, commercial and service activities, with which there is a multiplying effect of employment that impacts three million people (Hernández Barajas, 2000:21).

However, the SAI also faces historical difficulties, which impede a pattern of sustained growth, which falls into recurring crisis situations of prolonged character.³ The facets that this crisis adopts are diverse, there can be a discussion about a decapitalization crisis, a technological backwardness crisis, a productivity crisis, a competitiveness crisis in the international arena, a financial crisis, a labor crisis and an environmental one, among others.

The difficulties that the national SAI presents can be synthesized in the following manner:

- The consumption patterns of the Mexican population, which have influenced the growth of the national demand of sugar and its byproducts, together with the liberalization processes since the signature of the North American Free Trade Agreement (NAFTA); although this has been a strong stimulus for there to be increases in sugar production in recent years, the imports of its substitutes have also increased, especially high-fructose syrup, which in recent years has had an exponential growth in its imports quota, with a tendency to grow.
- The international sugar market, highly protected and dominated by the USA, which impacts the low international prices of sugar, have discouraged the Mexican exports of the sweetener, and have encouraged an increase in national consumption; this explains the absence of investments in the

aumento del consumo nacional, lo que explica la ausencia de inversiones en la agroindustria; los que hubieran mejorado su productividad e incorporado procesos técnicos modernos, más limpios y sustentables.

- Heterogeneidad productiva de los ingenios mexicanos: el tema de la productividad es un referente obligado, desde un comparativo tanto en el contexto internacional de las nuevas tendencias mundiales de la agroindustria azucarera. En los años recientes se observa el ascenso de países como Brasil, India y China, que encabezan la lista de productores del mundo, tanto en volumen de la producción como en exportaciones, gracias, en gran medida, a que incorporan tecnologías que elevan su productividad e inciden en el mejoramiento ambiental y en un menor uso de los recursos naturales. En el caso de México, encontramos una gran heterogeneidad en los niveles de productividad de la AIA (Aguilar 2011)

En lo que se refiere a tipologías para las zonas cañeras y las agroindustrias, Arguello (2009: 169–171), presenta algunas metodologías al respecto.

La tipología más utilizada en México, compara los rendimientos de campo; toneladas caña/azúcar producida. Encontramos ingenios con altos rendimientos de campo que coexisten con unidades con rendimientos menores a la media nacional; lo que resulta de una marcada heterogeneidad productiva. Sin duda es un elemento fundamental a considerar en el estudio de la agroindustria. La heterogeneidad productiva es un elemento para explicar los problemas de competitividad internacional, que a su vez determinan su situación técnica y financiera, lo que repercute en problemas de escasa ocupación, incumplimiento con los productores cañeros, problemas de financiamiento, y diferenciales de rentabilidad, entre otros.

Se puede deducir que dicha problemática repercute en el aspecto ambiental, lo que se traduce en los problemas de contaminación de ríos por los materiales que utilizan los ingenios azucareros, que ha convertido a la AIA mexicana en una de las actividades con mayor impacto negativo sobre el ambiente en la industria nacional; se observa también la ausencia de industrialización de muchos subproductos de la caña, que terminan como desechos industriales, como es el caso del bagazo, arrojado a los ríos o a la

agroindustria, which would have improved their productivity and incorporated modern technical processes, cleaner and more sustainable.

- Productive heterogeneity of Mexican sugar plants: the subject of productivity is a mandatory reference, from a comparative both in the international context of the new global trends of the sugar agroindustry. In recent years a rise of countries like Brazil, India and China is observed, which lead the list of producers in the world, both in the production volume and in exports, thanks, to a great extent, to their incorporating technologies that increase their productivity and influence the environmental improvement, and to a lesser extent to the use of natural resources. In the case of México, we find a great heterogeneity in the levels of productivity of the SAI (Aguilar 2011).

Concerning the typologies of the sugar cane and agroindustry zones, Arguello (2009: 169–171) presents some methodologies in this regard.

The most frequently used typology in México compares the field yields, tons of sugar cane/sugar produced. We find sugar plants with high field yields that coexist with yield units lower than the national mean, which results in a marked productive heterogeneity. Without a doubt it is a fundamental element to consider in the study of the agroindustry. The productive heterogeneity is an element used to explain the problems of international competitiveness, which in turn determine their technical and financial situation, which has an effect on problems of scarce occupation, failure to comply with sugar cane producers, financing problems, and profitability differentials, among others.

It can be deduced that such problematic has an effect on the environmental aspect, which translates into problems of river contamination from materials used by the sugar plants, which has turned the Mexican SAI into one of the activities with greatest negative impact on the environment in the national industry; the absence of industrialization is also observed from many sugar cane byproducts, which end up as industrial waste, as is the case of sugar cane pulp, thrown into the rivers or the atmosphere as ashes and CO₂ when it is used as fuel.

Cuadro 1. México y Puebla: Producción de Azúcar de Caña. (Zafra 2010/2011).
Table 1. México and Puebla: Sugar Cane Production. (Sugar harvest 2010/2011).

	Nacional	Puebla	Por ciento del total nacional
Superficie Cultivada:	770 124 ha	13 063 ha	1.6 %
Superficie Industrializada:	673 050 ha	12 291 ha	1.8 %
Caña Molida Bruta:	44.1 millones de toneladas	1.86 millones de toneladas	4.2 %
Azúcar Producida:	5.2 millones de toneladas	243 768 toneladas	4.7 %
Caña por hectárea:	65.8 toneladas	105.9 toneladas	+ 160.0 %
Azúcar por hectárea:	7.7 toneladas	13.4 toneladas	+ 170.0 %

Fuente: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013). ♦ Source: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013).

atmósfera como cenizas y CO₂, cuando es utilizado como combustible.

IMPORTANCIA DE LA REGIÓN PUEBLA EN LA AIA NACIONAL

Históricamente la región cañera del Estado de Puebla, México, ha tenido una gran importancia económica tanto a nivel local como nacional, por ser una de las zonas más productivas del país, básicamente la zona colindante con el Estado de Morelos que conforma un territorio de enorme potencial agroecológico, que permita incrementos en los rendimientos del cultivo sustentable de la caña de azúcar sin deteriorar el entorno.

A partir de los datos del Cuadro 1 podemos ver que Puebla contribuye con 4.2 % de la caña producida para los ingenios nacionales y con 4.7 % de la producción nacional de azúcar, a pesar de que solamente aporta 1.6 % de la superficie cultivada y 1.8 % de la superficie industrializada, por lo que su productividad es de las más elevadas del país sus rendimientos de caña y azúcar por hectárea son de 160 % y 170 % superiores a la media nacional.

El factor de heterogeneidad de los ingenios mexicanos según Aguilar (2011), ubica a Calipam entre los ingenios de mediana productividad (está moderadamente arriba de la media nacional, y a Atecingo en los ingenios de alta productividad con rendimientos por encima de la media nacional. Sin embargo, Puebla representa un ejemplo claro de la heterogeneidad de los ingenios nacionales, ya que aunque operan únicamente dos (Atecingo y Calipam) estos son diferentes, como lo podemos ver en el Cuadro 2.

La productividad en ambos ingenios es mayor a la media nacional, y si nuestra referencia es la caña por hectárea y el azúcar por hectárea producida en ambos ingenios, Atecingo tiene un rendimiento mayor de

IMPORTANCE OF THE PUEBLA REGION IN THE NATIONAL SAI

Historically the sugar cane region in the state of Puebla, México, has had great economic importance both at the local and the national level, because it is one of the most productive zones of the country, basically the zone that neighbors the state of Morelos that makes up a territory of enormous agroecologic potential, allowing increases in the yields of the sustainable cultivation of sugar cane without damaging the environment.

From data in Table 1 we can see that Puebla contributes 4.2 % of the sugar cane produced for national sugar plants and 4.7 % of the national sugar production, although it only contributes 1.6 % of the surface cultivated and 1.8 % of the surface industrialized, which is why its productivity is one of the highest in the country; its sugar cane and sugar yields per hectare are 160 % and 170 % higher than the national mean.

The heterogeneity factor of Mexican sugar plants, according to Aguilar (2011), places Calipam among the sugar plants of medium productivity (it is moderately above the national mean), and Atecingo among the sugar plants of high productivity with yields above the national mean. However, Puebla represents a clear example of the heterogeneity of national sugar plants, since although only two operate (Atecingo and Calipam), these are different, as we can see in Table 2.

The productivity in both sugar plants is higher than the national mean, and if our reference is sugar cane per hectare and sugar per hectare produced in both sugar plants, Atecingo has a higher yield of almost 80 % to 60 %, respectively, with regard to Calipam in each one of these aspects. The fact that both sugar plants in Puebla have a sugar cane and sugar yield above the national mean is relevant.

Cuadro 2. Comparativo entre los ingenios de Puebla, México. (zafra 2010/2011).
Table 2. Comparative between sugar plants in Puebla, México. (Sugar harvest 2010/2011).

	Nacional	Atencingo	Calipam
Superficie Cultivada:	770 000 ha		
Superficie Industrializada:	671 000 ha	13 768 ha	1523 ha
Caña Molida Bruta:	44.1 millones de toneladas	1.488 millones de toneladas	131 476 toneladas
Azúcar Producida:	5.2 millones de toneladas	192 644 toneladas	13 414 toneladas
Caña por hectárea:	65.8 toneladas	108.099 toneladas	86.307 toneladas
Azúcar por hectárea:	7.7 toneladas	13.974 toneladas	8.21 toneladas

Fuente: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013). ♦ Source: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013).

casi 80 % y 60% respectivamente en relación a Calipam en cada uno de estos aspectos. Es relevante el hecho de que ambos ingenios de Puebla, tienen un rendimiento de caña por hectárea y azúcar por hectárea mayor que la media nacional.

Patrón de producción, cadena productiva e impacto ambiental: hacia la construcción de la huella ecológica de la AIA región Puebla

De manera somera, la cadena productiva de la AIA corresponde a dos grandes procesos: 1) la producción de la caña de azúcar, que junto con el agua, es el insumo fundamental en esta agroindustria que se ubica en el sector primario; y 2) el proceso derivado de la producción de azúcar en planta del sector industrial.

La caña de azúcar es un cultivo perenne, que se explota en un ciclo de plantilla por lo menos uno de soca⁴ y tres de resoca. El ciclo de la plantilla implica la preparación del terreno para su cultivo y abastecimiento de abundante agua, labores de deshierbe para optimizar el desarrollo de la planta y facilitar la penetración del agua; es necesario aplicar abono o fertilizante⁵ y combatir las plagas utilizando pesticidas. Los ciclos de soca y resoca se realizan después de la primera zafra, a partir de los tallos que permanecen en campo y que constituyen la base de los nuevos brotes que conformarán los tallos molederos del siguiente ciclo. Se eliminan troncos y hojarasca para evitar el desarrollo de insectos dañinos o bien picarlos e integrarlos al suelo simultáneamente con insecticidas y fertilizantes adecuados; la fertilización se efectúa con dosis de abono y fertilizante similares a las de plantillas (Servín, 2003).

La zafra la llevan a cabo los productores a partir de la supervisión que el ingenio lleva a cabo, éste controla el paquete tecnológico de la producción agrícola,

Production pattern, productive chain and environmental impact: towards the construction of the ecological footprint of the Puebla SAI region

In a shallow way, the productive chain of the SAI corresponds to two large processes: 1) sugar cane production which, together with water, is the fundamental input in this agroindustry that is located in the primary sector; and 2) the process derived from sugar production in the industrial sector plant.

Sugar cane is a perennial crop, which is exploited in one cycle of *plantilla*, at least one of *soca*⁴ and three of *resoca*. The *plantilla* cycle implies the preparation of the terrain for its cultivation and supply of abundant water, weeding tasks to optimize the development of the plant and facilitate water penetration; it is necessary to apply manure or fertilizer⁵ and to combat pests using pesticides. The *soca* and *resoca* cycles are carried out after the first sugar harvest, from the stalks that remain in the field and which constitute the basis of the new shoots that will make up the grinding stalks of the following cycle. The trunks and dead leaves are eliminated to avoid the development of damaging insects or else to grind them and integrate them into the soil simultaneously with adequate insecticides and fertilizers; the fertilization is done with a dose of manure and fertilizer similar to that for *plantillas* (Servín, 2003).

The sugar harvest is carried out by producers after the supervision done by the sugar plant, which controls the technological package of the agricultural production, as well as the supply periods; in México burning or grazing the plantation from last year is of generalized use, prior to the sugar cane cutting with the aim of facilitating this task and eliminating weeds, since the sugar plant demands the delivery of sugar cane without leaves or tips, ready to be

así como los tiempos de abastecimiento; en México es de uso generalizado hacer una quema o roza a la plantación previa al corte de la caña con la finalidad de facilitar dicha tarea, y eliminar las malezas, ya que el ingenio exige la entrega de caña sin hojas ni punta, lista para moler. La zafra o recolección de la caña se hace a mano, aunque se realizaron ensayos con varias máquinas y se tuvo cierto éxito. La principal razón de esta práctica es que el dueño tiene que absorber los costos de la zafra, y a los productores les resulta más económico pagar muy bajos salarios a cuadrillas de cortadores. Además, hablamos de pequeños productores agobiados financieramente, y con cada vez menor capacidad de contratar financiamiento, en un país que desapareció la banca de desarrollo, y donde las tasas de interés imperantes se vuelven restrictivas para cualquier actividad económica. Otro factor que limita el trabajo en campo es la migración en las regiones cañeras, que dificulta la contratación de mano de obra.

Se procura que la caña cortada no permanezca en campo más de 24 horas, para que no pierda peso y calidad industrial, debe llegar fresca al ingenio; la quema y el corte de la caña inician un proceso de degradación que disminuye el contenido de sacarosa.

Esta investigación no pretende determinar la huella ecológica en la agroindustria azucarera de la región de Puebla de manera cuantitativa, tal como lo determina su metodología, más bien y dados nuestros limitados recursos, se planteó avanzar en su búsqueda, con los resultados que presentamos del análisis de la huella ecológica en región cañera de Puebla, no se puede afirmar que su abordaje esté terminado, dada la complejidad de evaluarla cuantitativamente.

La búsqueda de la huella ecológica⁶ se inicia en la fase del cultivo de caña de azúcar, que demanda gran

ground. The sugar harvest or sugar cane collection is done by hand, although tests were made with several machines and some success was achieved. The main reason of this practice is that the owner has to absorb the costs of sugar harvesting, and it is more economical for producers to pay very low salaries to cutting cuadrillas. In addition, there are small-scale producers who are financially burdened, and with increasingly less capacity for hiring financing, in a country that closed down the development bank, and where the prevailing interest rates become restrictive for any economic activity. Another factor that limits field work is migration in the sugar cane producing regions, which make hiring of workforce difficult.

It is sought for cut sugar cane not to remain in the field for more than 24 hours, so it does not lose weight and industrial quality, it must reach the sugar plant fresh; the burning and the cutting of sugar cane begin a process of degradation that decreases the sucrose content.

This study does not attempt to determine the ecological footprint of the sugar agroindustry in the region of Puebla in a quantitative manner, just as its methodology determines; instead, and given our limited resources, it was suggested to move forward in its search, with the results that we present from the ecological footprint analysis in the sugar cane region of Puebla; it cannot be affirmed that the approach is finished, given the complexity of evaluating it quantitatively.

The search for the ecological footprint⁶ begins in the phase of sugar cane cultivation, which demands a large amount of nutrients: without agroecologic practices, soil depletion begins, given the monopsonic character of the sugar cane crop in our country, given the condition of the sugar plant as productive center, which is supplied by the cane fields. The demands

Cuadro 3. Consumo de agua en el proceso de elaboración de azúcar
Table 3. Water consumption in the sugar elaboration process.

Fase del proceso	Consiste en	Uso de agua
Molienda	Para ayudar a la extracción del jugo se aplican aspersiones de agua sobre la capa de bagazo	Abundante
Lavado del bagazo	Lavado con agua del bagazo que sale de los molinos para rescatar la mayor cantidad posible de sacarosa	Abundante
Evaporación	Se concentra el jugo eliminando una cantidad de agua equivalente al 75 o 78 % del peso del jugo o guarapo	Abundante. Se recupera agua
Cristalización	Se obtiene azúcar cristalizada mediante la cocción a temperaturas bajas	Moderado
Refinación	Se aclara el azúcar a partir del lavado del mascabado	Abundante

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors' elaboration.

cantidad de nutrientes: sin prácticas agroecológicas se inicia el agotamiento del suelo, dado el carácter monopsónico del cultivo de la caña en nuestro país, dada la condición del ingenio como centro productivo, que es abastecido por los cañaverales. Las exigencias propias del uso implican un fuerte deterioro de los suelos, especialmente por su característica de monocultivo a lo largo de muchos años.

Además, el patrón tecnológico asociado a las variedades y a la utilización de fertilizantes y plaguicidas, son altamente contaminantes, van generando efectos negativos sobre el ciclo de sustancias debido a la compactación y salinización del suelo, drenaje, estragos entre los microorganismos. Esta situación es provocada por la alta extracción de nutrientes por una parte, y por la baja incorporación de los mismos por la otra: para enfrentar esta situación se recomienda utilizar composta a partir de cachaza y bagazo/cachaza (la cachaza y el bagazo son residuos del proceso productivo del ingenio).

El empleo de este tipo de fertilizantes debe ser alentado ya que actúan como mejoradores de suelo (la cachaza es rica en nutrientes), incrementan la producción y su empleo amplio y permanente puede constituirse como generador de empleos (Servín, 2003).

La producción de caña de azúcar implica la disposición de agua o la existencia de suelos húmedos (Cuadro 4). Se tienen problemas en el manejo del

that are characteristic of the use implicate a strong deterioration of the soils, especially because of their characteristic of the monocrop throughout the years.

In addition, the technological pattern associated to the varieties and the use of fertilizers and pesticides, which are highly pollutant, generate negative effects on the cycle of substances due to compacting and salinization of the soil, drainage, devastation among microorganisms. This situation is provoked by the high extraction of nutrients on the one part, and by their low incorporation, on the other: to face this situation it is recommended to use compost derived from mash and pulp (mash and pulp are residues from the sugar plant's productive process).

The use of this type of fertilizers should be encouraged since they act as soil improvers (sugar mash is rich in nutrients), they increase production, and their wide and permanent use can be constituted as a generator of jobs (Servín, 2003)

Sugar cane production involves the availability of water or the existence of moist soils (Table 4). There are problems with water management, in the hydraulic infrastructure, in the irrigation interval and layers. Drip irrigation projects have been implemented, which have not advanced due to lack of resources of their own and because of the lack of financing. Some sources point out that pests and diseases provoke damages of 10 %.⁷

Cuadro 4. Principales fuentes de agua residual en la elaboración de azúcar.

Table 4. Main sources of residual water in sugar elaboration.

Fase del proceso	Descripción	Cantidad de agua utilizada/ ciclo de transformación
Lavado	Se lava la caña, se eliminan lodos e impurezas que pueden alterar el color del azúcar. Debido a que estas aguas llevan un ligero contenido de sacarosa, al ser vertidas fomentan el crecimiento de algas que acaban con el oxígeno provocando la muerte de peces. También se agregan grasas y aceites de la lubricación de la maquinaria, que entran en la clasificación de residuos peligrosos de acuerdo a la NOM- 052-ECOL- 93.	Abundante. Se recomienda el lavado manual y ser tratada en la planta.
Evaporación	Se elimina agua en forma de vapor y posteriormente esta se condensa, esta agua recuperada en ocasiones llevan consigo arrastres de azúcar, lo que representa una contaminación, por la demanda bioquímica de oxígeno.	Moderada, dicha agua se puede reutilizar.
Condensación	Otro desecho de la etapa de cristalización son las aguas de los condensados del vapor que se genera al evaporar el jarabe en los tachos.	Escasa. Es posible reutilizar.
Mantenimiento	Lavado del equipo, evaporadores y calentadores, en los cuales se utilizan ácido clorhídrico y sosa cáustica para su limpieza.	Moderada. Se puede usar el agua tratada.
Baños	WC y baños	Uso racional

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors' elaboration.

agua, en la infraestructura hidráulica, en el intervalo y láminas de riego. Se han puesto en marcha proyectos de riego por goteo, que no han avanzado debido a la falta de recursos propios y por la carencia de financiamiento. Algunas fuentes señalan que plagas y enfermedades provocan daños del 10 %⁷.

En términos generales, como actividad previa al corte se realiza la quema⁸ del cultivo, con ello se eliminan punta (cogollo) y hoja. Las partes de la caña que se eliminan con la roza son de un alto contenido de nutrientes, en particular la punta o cogollo que se utiliza como forraje. Hasta la fecha, el uso de los residuos agrícolas de la cosecha es muy bajo y poco se les aprovecha, prefiriéndose su quema en la cosecha de caña, debido a que la utilización de los residuos cañeros con fines de diversificación no está generalizada, ya que depende de ciertos factores, entre los que se destaca la ausencia de una estimulación económica, que se refleja en la falta de empresas de procesamiento y compradores, la cultura tecnológica, no existe una cadena productiva o un mercado de los residuos de la agroindustria de la caña de azúcar que permita elevar su desempeño a pesar de existir derivados potenciales, basados en su composición.

La quema implica también una serie de problemas ambientales como son la contaminación del aire aumentando los índices de emisiones de gases a la atmósfera que provocan el efecto invernadero, también afecta el suelo y a la salud de los que viven cerca de estos lugares y de los cortadores de caña.

De igual manera la ceniza y el humo generado afecta a los animales, a la vez que contamina ríos y lagos cercanos a la quema.

Con respecto al traslado de la caña cortada al ingenio; de acuerdo a los datos de Palacios (2011), los costos del transporte corren a cargo de los productores de caña y no de los ingenios, lo que implica una carga en los costos de producción, y por ende una pérdida de eficiencia. Los ingenios mexicanos no son dueños ni co-propietarios de los camiones y no muestran interés en modernizar y hacer más eficiente el transporte. El traslado de la caña al ingenio implica una gran carga ambiental dada la obsolescencia de los camiones que la trasladan, lo que genera un mayor consumo de combustible y lubricantes con las consiguientes emisiones de carburantes y CO₂ a la atmósfera.

Se utilizan transportes que tienen una antigüedad media de 31.2 años. El número promedio de viajes diarios que realiza cada camión es muy reducido: 0.8

In general terms, as an activity prior to the cut, the crop's burning is performed⁸, and with this the tip (bud) and the leaf are eliminated. The parts of the sugar cane that are eliminated with the slash are of a high nutrient content, particularly the tip or bud that is used as fodder. Until today, the use of agricultural residues from the harvest is very low and they are used scarcely, with burning being preferred in the sugar cane harvest, since the use of sugar cane residues with the aim of diversification is not generalized, since it depends on certain factors, among which the absence of economic stimulation stands out, which is reflected in the lack of processing and purchasing companies, the technological culture, and there is not a productive chain or market for residues from the sugar cane agroindustry that allows increasing its performance although there are potential byproducts, based on their composition.

Burning also implies a series of environmental problems like air pollution, increasing the indexes of gas emissions to the atmosphere that provoke the greenhouse effect, also affecting the soil and the health of those who live near these places, as well as that of sugar cane cutters.

Likewise, the ash and the smoke generated affect the animals, at the same time that they contaminate rivers and lakes near the burn.

With regard to the transport of cut sugar cane to the sugar plant, according to data by Palacios (2011), the costs of transport are borne by the sugar cane producers and not the sugar plants, which imply a load on the production costs, and therefore a loss of efficiency. The Mexican sugar plants are neither owners nor co-owners of the trucks, and do not show any interest in modernizing and making transport more efficient. The transport of sugar cane to the sugar plant implies a large environmental load given the obsolescence of the trucks that transport it, generating a higher consumption of fuel and lubricants with the resulting emissions of fuels and CO₂ to the atmosphere.

Vehicles are used which are an average of 31.2 years old. The average number of daily trips that each truck makes is quite small: 0.8 and optimistically 2; these figures show that the transporter from Mexican sugar cane zones is forced, in face of the obsolescence of the technology in the sugar plant, to carry out a very small number of trips, since the patios in the factory are insufficient to receive the sugar cane from

y de manera optimista 2; estas cifras muestran que el transportista de las zonas cañeras mexicanas se ve obligado, ante la obsolescencia de la tecnología del ingenio, a realizar un número muy pequeño de viajes, dado que los patios de la factoría son insuficientes para recibir la caña de los camiones en espera, lo que se refleja en un reducido ingreso para ellos. Este hecho se origina por los llamados tiempos muertos o de espera para que el transportista pueda descargar la caña. Éstos varían de 3 hasta 10 horas.

El gran número de camiones estacionados en el batey en todo momento representa una pérdida monetaria para los dueños de los camiones, que no pueden realizar otros viajes y por consiguiente, sus percepciones son menores y no pueden destinar fondos para mantenimiento preventivo de sus vehículos.

Palacios (2011) agrega que el parque vehicular en cada ingenio es excesivo, pues los camiones son utilizados por los ingenios para almacenamiento temporal, lo que incide en la pérdida de frescura de la caña y, por consiguiente, en menor productividad por pérdidas de sacarosa. Este hecho repercute en los ingresos de los productores de caña y los transportistas originada por las dificultades de almacenamiento, administración y procesos de trabajo de los ingenios. La reducción de los tiempos de espera en batey permitiría una regularización uniforme del arribo de los camiones al ingenio, sin altas y bajas durante toda la jornada de trabajo. Supondría un mayor compromiso por parte de los ingenios: agilizar los trámites y el registro de la caña que reciben, mejorando los procesos administrativos que repercuten en la productividad y por ende en los ingresos de productores y transportistas. Los ingenios deberán invertir en instalaciones para hacer más ágil el acopio de la caña entregada, mejorar los procesos técnicos e inmiscuirse en reducir los tiempos de espera. Esto también repercutiría, como se ha visto, en una mejora ambiental.

Impacto ambiental en ingenio: el uso del agua en los ingenios mexicanos

La caña y el agua son los insumos fundamentales en la cadena productiva de la AIA, en el campo y en el ingenio azucarero (pueblo o ciudad). Los altos volúmenes del agua utilizada, así como en las enormes descargas de contaminantes que arroja a los depósitos naturales de agua, implica una fuerte presión sobre los mantos freáticos y las vertientes terrestres. A diferencia de la caña de azúcar que tiene un costo

the trucks in waiting, which is reflected in a reduced income for them. This fact is caused by the so-called dead or waiting times for the transporter to be able to unload the sugar cane. These can be 3 to 10 hours.

The large number of trucks parked in the outbuildings at all times represent a monetary loss for the owners of the trucks, who cannot make other trips and, therefore, their earnings are less and they cannot direct funds to preventive maintenance of their vehicles.

Palacios (2011) adds that the fleet for each sugar plant is excessive, since the trucks are used by sugar plants for temporary storage, which has an impact on the loss of the sugar cane freshness and, therefore, on lower productivity because of sucrose losses. This fact affects the income of sugar cane producers and transporters, originated from the difficulties in storage, management and work processes in the sugar plants. The reduction in waiting time in the outbuildings would allow a uniform regularization of the arrival of trucks to the sugar plant, without highs and lows throughout the workday. This would entail a greater commitment from the sugar plants: speeding up the procedures and the registry of the sugar cane they receive, improving the administrative processes that have an effect on the productivity and, therefore, on the income of producers and transporters. The sugar plants should invest in facilities to make more agile the stockpiling of the sugar cane delivered, to improve the technical processes and to interfere in reducing the waiting times. This would also have an effect, as has been shown, on environmental improvement.

Environmental impact in the sugar plant: the use of water in Mexican sugar plants

Sugar cane and water are the fundamental inputs in the SAI productive chain, in the field and in the sugar plant (town or city). The high volumes of water used, as well as the huge discharges of pollutants that they dump into natural water deposits imply a strong pressure on the water tables and land watersheds. In contrast with the sugar cane which has a monetary cost, water, despite being an essential raw material in sugar production, represents a very low cost for managers of a sugar plant, given its abundance and disposition. However, the environmental cost derived from the irrational use of the liquid has been scarcely considered.

monetario, el agua, a pesar de ser una materia prima esencial en la producción de azúcar, representa un costo muy reducido para los administradores de un ingenio, dada su abundancia y disposición. Sin embargo el costo ambiental derivado del uso irracional del líquido ha sido poco visibilizado.

Las políticas ambientales no han mejorado el aprovechamiento racional del agua en los ingenios nacionales, dado que su consumo no ha tenido una reducción sustancial; si le agregamos la disminución de las reservas acuíferas en el país y que las descargas de aguas residuales siguen siendo muy altas:

“El consumo de agua en los ingenios es muy elevado, sigue sin reutilizarse el agua de los procesos productivos, si bien el cierre de ingenios y la adopción de medidas anticontaminantes han permitido una mejora en este rubro. En el año 2000 los ingenios generaron 5.6 millones de m³ de aguas residuales, lo cual significó alrededor de 41 % del total de las descargas de la industria. En contraste, en 2005, sólo había 57 ingenios y ellos significaron 28 % de la carga orgánica en los ríos del país. Esto es, se disminuyó el volumen de la descargas residuales al pasar de 49 m³/s a 23.6 m³/s” (Arreguín, 2011)

En los últimos años la gestión y la disponibilidad de agua en México se han convertido en uno de los temas más relevantes de la agenda ambiental. La problemática en torno a este recurso⁹ se ha agravado debido a su sobreexplotación, la gran contaminación de los mantos acuíferos y las erróneas políticas ambientales al respecto. Incluso la alerta hídrica en México ha comenzado a tocar a las zonas con mayor disposición, incluidas las cañeras.

Esta problemática ambiental es resultado de que la AIA mantiene esencialmente los mismos patrones de producción desde hace varias décadas, que se reflejan en una escasa innovación de los procesos productivos y del patrón tecnológico.

Poco se ha avanzado en alcanzar un uso sustentable del líquido, los procesos productivos del azúcar de caña se siguen dando a partir de un consumo muy alto de agua, que además debe ser limpia: en la mayoría de las fases del proceso productivo el uso de agua es indispensable.

Es recomendable que esta agua utilizada en los ingenios se devuelva limpia al sistema hídrico, se

Environmental policies have not improved the rational exploitation of water in national sugar plants, since its consumption has not had a substantial reduction; if we add to this the decrease in aquifer reserves in the country, and the fact that residual water discharges continue to be very high:

“The water consumption in sugar plants is quite high; the water from productive processes continues to not be reused, albeit the closing of sugar plants and the adoption of anti-pollution measures have allowed an improvement in this area. In 2000 the sugar plants generated 5.6 million m³ of residual waters, which meant around 41 % of the total discharges from the industry. In contrast, in 2005, there were only 57 sugar plants and they represented 28 % of the organic load in the country's rivers. That is, the volume of residual water discharges decreased, from 49 m³/s to 23.6 m³/s” (Arreguín, 2011).

In recent years the management and availability of water in México has become one of the most relevant issues in the environmental agenda. The problematic around this resource⁹ has worsened because of its overexploitation, the enormous contamination of aquifers, and the erroneous environmental policies in this regard. The water alert in México has even begun to touch zones with greater availability, including the sugar cane producing areas.

This environmental problematic is the result of the SAI maintaining essentially the same production patterns since several decades ago, which is reflected in the scarce innovation in productive processes and technological pattern.

Little has been achieved in reaching a sustainable use of the liquid; the sugar cane productive processes continue to happen based on a very high consumption of water, which in addition must be clean: in most of the phases of the productive process the use of water is indispensable.

It is advisable for this water that is used in the sugar plants to be returned clean to the hydric system, reused and for the supply sources not to be pressured, which entails for sugar plants to have lands for ponds with spraying, and for large investments in refrigeration towers. The exceeding cooled condensed water and the fallen water can be used completely in washing, instead of fresh water, so that both the water

reutilice y no se presione a las fuentes de abasto, lo que supone que los ingenios dispongan de terreno para estanques con aspersión, y grandes inversiones en torres de refrigeración. El agua condensada excedente enfriada y el agua de caída pueden utilizarse por completo en el lavado, en lugar de agua fresca, de este modo se reducen tanto el consumo de agua de la fábrica como la contaminación de las aguas residuales.

Es imperioso invertir en investigación para desarrollar tecnologías que ahorren agua. Existen experiencias de otros países, especialmente Australia (Palacios *et al.*, 2011) que logró ahorros sustanciales de agua al dejar de usarla en el procesos como el lavado y por la reutilización del líquido en otras fases de la elaboración del producto.

Descarga de aguas residuales de los ingenios

La gestión y el manejo de las descargas de aguas residuales debe ser un asunto fundamental en la operación de los ingenios; sus actividades producen este tipo de descargas como las que provienen del agua para desenlodamiento de las calderas, de la purificación del extracto en las estaciones de evaporación y cocción (condensado sobrante y agua de limpieza), de la refinación (agua de regeneración de los intercambiadores iónicos), de la producción de alcohol, levadura, papel o tablero aglomerado (si la melaza y el bagazo se transforman en la propia empresa), de la limpieza de los patios y de las precipitaciones y de los sanitarios y baños de los trabajadores. Todo lo cual requiere la adopción y creación de tecnologías limpias referentes al agua.

El problema de la contaminación del aire

Las principales descargas de residuos sólidos proceden de la preparación de la materia prima (tierra, restos de plantas), de los generadores de vapor (ceniza) y de la purificación del extracto (lodo de filtros), celulósicos (bagazo), lodos de proceso (cachaza diluida), Hidróxido de calcio "cal" (Tiraderos), polvos de azúcar, grasas y aceites empleados en los motores del ingenio y para lubricar la maquinaria.

En tanto que la emisión de gases tóxicos, emisiones al aire proceden del sistema de calderas (gases de humo de los procesos de combustión de materiales sólidos, líquidos y gaseosos) sustancias volátiles (hollín y ceniza), de la preparación de la materia prima,

consumption in the factory and the contamination of residual waters are reduced.

It is imperative to invest in research to develop water saving technologies. There are experiences from other countries, especially Australia (Palacios *et al.*, 2011), which achieved substantial water savings when it ceased to use it in processes such as washing and from reusing the liquid in other phases of the product elaboration.

Residual water discharge from sugar plants

The management and the use of residual water discharges should be a fundamental issue in the operation of sugar plants; their activities produce this type of discharges like the ones from water used to eliminate mud from the caldrons, from purification of the extract in evaporation and cooking stations (condensed excess and cleaning water), from refining (water from regeneration of ionic exchangers), from production of alcohol, yeast, paper or congregate boards (if the mash and pulp are transformed in the plant itself), from cleaning of courtyards and from rain and the workers' restrooms and bathrooms. All of this requires the adoption and creation of clean technologies concerning water.

The problem of air pollution

The main discharges of solid residues come from the preparation of raw materials (land, plant residues), from steam generators (ash) and purification of the extract (filter mud), cellulose (mash), process muds (diluted sludge), "lime" calcium hydroxide (dump), sugar dust, fat and oils used in the sugar plant motors and to lubricate the machinery.

At the same time, the emission of toxic gas, emissions to the air from the caldron system (smoke gases from combustion processes of solid, liquid and gaseous materials), volatile substances (soot and ash), from the preparation of raw materials, from the extraction, from purification of the juice and its thickening (ammonia), as well as from biochemical reactions of organic components in residual waters in stratified ponds (ammonia and sulfuric acid), which imply the surplus generation of SO₂ and SO₃.

Emissions from production plants for energy and drying can be limited by applying the purification

de la extracción, de la purificación del jugo y de su espesamiento (amoníaco) así como de reacciones bioquímicas de los componentes orgánicos de las aguas residuales en los estanques estratificados (amoníaco y ácido sulfúrico) que implican la generación en exceso de SO_2 y SO_3 .

Las emisiones de las plantas de producción de energía y de secado pueden limitarse aplicando las técnicas de purificación desarrolladas. Especialmente en el caso de utilizar bagazo como combustible hay que contar con filtros importantes de hollín y cenizas.

Un indicador importante a tomar en cuenta es el de consumo de petróleo por tonelada de azúcar producida, que de acuerdo a la Unión Nacional de Cañeros (2013), en los ingenios de Puebla se redujo. En el ingenio de Calipam la disminución fue de 1 443 785 litros en la zafra de 2012-2013 a 1 001 844 en el ciclo 2013-2014 y en Atencingo de 747 727 litros en la zafra de 2012-2013 a 322 343 en el ciclo 2013-2014. Dicho ahorro se debe a la sustitución de petróleo por el bagazo como combustible utilizado en sus calderas, que han permitido generar 2 089 800 KHZ y 31 02 1700 KHZ de energía en el ciclo 2013-2014, en los ingenios de Calipam y Atencingo respectivamente (Unión Nacional de Cañeros, 2013).

Sin embargo, el uso de bagazo, aunque representa un ahorro pecuniario para los ingenios y ha mejorado su imagen ecológica al argumentar que se usan energías alternativas a los combustibles fósiles, no está exenta de tener un impacto en el ambiente, ya que la combustión del bagazo en las calderas produce una gran contaminación por todo el tizne emitido y por el CO_2 , ya que es quemado con una gran humedad, contribuyendo al calentamiento global. Las partículas de carbón y cenizas también generan importantes daños como la contaminación de cuerpos de agua, contaminación de suelo e intoxicación de flora y fauna. También son responsables de enfermedades de índole respiratoria y ocular que padecen los trabajadores y los habitantes que viven cerca de los ingenios.

POLÍTICAS AMBIENTALES EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

Debido a las características de la política ambiental, los instrumentos de regulación ambiental utilizados por los ingenios son las auditorías ambientales, que se han hecho de manera voluntaria. Éstas se llevaron

techniques developed. Particularly in the case of using mash as fuel there have to be important soot and ash filters.

An important indicator to take into account is petroleum consumption per ton of sugar produced, which according to the National Sugar Producers' Union (*Unión Nacional de Cañeros*, 2013), decreased in sugar plants in Puebla. In the Calipam sugar plant the decrease was from 1 443 785 liters in the 2012-2013 sugar harvest to 1 001 844 in the 2013-2014 cycle, and in Atencingo from 747 727 liters in the 2012-2013 sugar harvest to 322 343 in the 2013-2014 cycle. This reduction is due to the substitution of petroleum with mash as the fuel used in the caldrons, which has allowed generating 2 089 800 KHZ and 31 02 1700 KHZ of energy in the 2013-2014 cycle, in the Calipam and Atencingo sugar plants, respectively (Unión Nacional de Cañeros, 2013).

However, the use of mash, although it represents pecuniary savings for the engineers and has improved their ecological image by purporting the use of alternative energies instead of fossil fuels, is not exempt from having an impact on the environment, since the combustion of the mash in the caldrons produces pollution in a large scale from the soot released and from the CO_2 , since it is burned with a large amount of moisture, contributing to global warming. The carbon and ash particles also generated important damages such as the pollution of water bodies, soil contamination and intoxication of flora and fauna. They are also responsible for respiratory and eye diseases that workers and residents who live near the sugar plants endure.

ENVIRONMENTAL POLICIES IN THE SUGAR AGROINDUSTRY

Due to the characteristics of the environmental policy, the instruments for environmental regulation used by sugar plants are environmental audits, which have been performed voluntarily. These were carried out at the initiative of the companies, accepting that PROFEPA would review their productive processes and get to know the conditions of pollution and risk with which they operate, as well as the facilities; this, in order to determine from these the degree of compliance with environmental regulations,

a cabo a iniciativa de las empresas, aceptando que la PROFEPA revisara sus procesos productivos y conociera las condiciones de contaminación y riesgo con que operan, así como las instalaciones; para a partir de ahí, determinar el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental, de los estándares internacionales y de buenas prácticas de operación e ingenierías aplicables y la elaboración conjunta, ingenio y PROFEPA en las que se plantearan las medidas preventivas y correctivas (Plan de Acción) para proteger el medio ambiente. Sin embargo, los resultados de las auditorías ambientales no son públicos.

Es de señalar que la mayoría de ingenios del país han aceptado que se realicen auditorías ambientales voluntarias. Algunos autores como Argüello (2009), señalan que esto ha sido en beneficio del ambiente, ya que éstas han obligado a algunas empresas a hacer algunas modificaciones en sus instalaciones industriales, también señala que existen otras formas de certificación de la calidad ambiental en los ingenios azucareros, tal como el ISO 14000, que han logrado algunos ingenios.

Un segundo instrumento de regulación ambiental lo ubica Argüello (2009) en los artículos 28 y 29 de la LGEEPA, donde se ubica a varias industrias, y de manera particular a la Industria Azucarera como sujeta a evaluación de impacto ambiental por parte del gobierno Federal a través de la Secretaría destinada al cuidado del ambiente (SEMARNAT). Para la autoridad ambiental, la evaluación de impacto ambiental es el proceso orientado a establecer las condiciones a las que se deben sujetar la realización de obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, y que se aplica a fin de reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Un tercer referente en la regulación ambiental de la AIA se encuentra en las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas (NOM-ECOL), que se orientan de una manera más explícita hacia el logro de *objetivos* ambientales precisos, de tal manera que en éstas se establecen los siguientes rangos de contaminantes que no puede rebasar la actividad productiva. El Cuadro 5 presenta las NOM-ECOL que se aplican a las actividades derivadas de la AIA mexicana.

Para Argüello (2009), la política ambiental en el sector cañero-azucarero logró en sus inicios algunos avances, pues se identificaron los problemas ambientales y

international standards, and good operation practices and applicable engineering, and to the joint elaboration by sugar plants and PROFEPA where preventive and corrective measures could be set out (Action Plan), to protect the environment. However, the results from the environmental audits are not public.

It should be pointed out that most of the country's sugar plants have accepted for voluntary environmental audits to be performed. Some authors like Argüello (2009) point out that this has been to the benefit of the environment, since these have forced some companies to make some changes in their industrial facilities, and they also state that there are other ways of certifying the environmental quality of the sugar plants, such as ISO 14000, which some sugar plants have achieved.

Argüello (2009) describes a second instrument for environmental regulation in articles 28 and 29 of the LGEEPA, where several industries are located, and in particular the Sugar Industry as a subject of environmental impact evaluation from the Federal government through the Ministry destined to the care of the environment (SEMARNAT). For the environmental authority, the environmental impact evaluation is the process directed at establishing the conditions that performing works or activities should be subject to, which may cause ecological imbalance or exceed the limits to protect the environment and preserve and restore the ecosystems, and which are applied in order to reduce to the minimum their negative effects on the environment.

A third reference in environmental regulation of the SAI is found in the Mexican Official Ecological Norms (*Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas*, NOM-ECOL), which are directed more explicitly towards the achievement of specific environmental *objectives*, so that in these the following ranges of pollutants are established, which the productive activity cannot exceed. Table 5 presents the NOM-ECOL that apply to activities derived from the Mexican SAI.

To Argüello (2009), the environmental policy in the sugar cane-sugar production sector achieved at their start some advances, since environmental problems were identified and some companies were sanctioned, which changed their systems and productive methods.

Cuadro 5. Normas Oficiales Mexicanas.**Table 5. Mexican Official Norms.**

NOM – 002 – ECOL – 1993	Se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.
NOM-085-ECOL-1994	Establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales (PST), bióxido de azufre y óxido de nitrógeno para fuentes fijas, que utilizan combustibles fósiles, sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.
NOM-024-SSAI-1993	Establece el valor máximo permisible para la concentración de PST en el aire ambiente.
NOM-001-ECOL-1996	Se establecen los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NMX-AA-118-SCFI-2001	Indica las técnicas para el registro de emisiones y de transferencia de contaminantes y contiene una lista de sustancias.

Fuente: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesyformas/Pages/normasoficialesmexicanasviges.aspx>. ♦ Source: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesyformas/Pages/normasoficialesmexicanasviges.aspx>.

se sancionaron algunas empresas, que cambiaron sus sistemas y métodos productivos.

Desde la perspectiva de la normatividad, la autoridad ambiental mexicana dispone del siguiente instrumental que se presenta a continuación:

El Programa para el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996: a partir de 2000, se ha dado a la tarea de realizar visitas de verificación a los usuarios obligados a cumplir con la NOM, en las que se toman muestras de las descargas y se analizan en laboratorios acreditados por EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) (Cuadro 6) (Garduño, 2003).

Durante el periodo 2000-2001 se visitaron a 226 usuarios industriales, comerciales y de servicios, se detectó que de los 168 usuarios detectados por no cumplir la NOM, 54 correspondían a los ingenios azucareros (Figura 1). Si tomamos en cuenta un universo un poco mayor a 60, podemos observar que cerca de 90 % de los ingenios mexicanos no cumplían con las NOM, por lo que se constituye como una de las actividades económicas que más contaminan a los ríos y los depósitos de aguas nacionales. La situación reciente de acuerdo a Morales Trujillo (2011) puede resumirse en:

“El uso del agua en un Ingenio Azucarero es sinónimo de contaminación ya que pocos ingenios tratan sus aguas, solamente la almacenan y posteriormente la depositan en los ríos cercanos a este, provocando grandes cantidades de contaminación para la flora, fauna y seres vivos aledaños al

From the perspective of regulations, the Mexican environmental authority has the following set of tools:

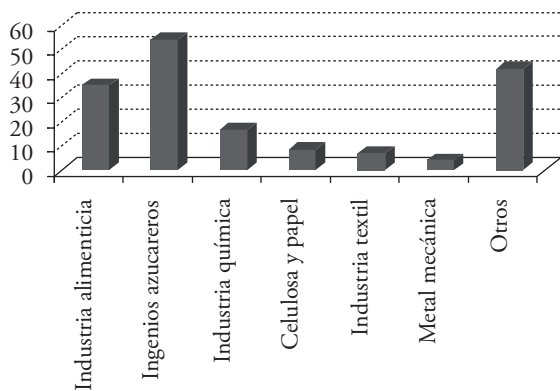
The Program for the compliance of NOM-001-SEMARNAT-1996: since 2000, it has taken on the task of performing verification visits to users that are obliged to comply with the NOM, where samples of the discharges are taken and analyzed in laboratories accredited by the Mexican Accreditation Entity (*Entidad Mexicana de Acreditación*, EMA) (Table 6) (Garduño, 2003).

During the period of 2000-2001, 226 industrial, commercial and service users were visited, and it was detected that of the 168 users detected because they did not comply with the NOM, 54 corresponded to sugar plants (Figure 1). If we take into account a universe slightly larger than 60, we can observe

Cuadro 6. NOM-001-SEMARNAT-1996. Calendario gradual de cumplimiento.**Table 6. NOM-001-SEMARNAT-1996. Gradual compliance calendar.**

A partir de	Carga Contaminante (tonelada/día) DBO y sólidos suspendidos totales
1 enero 2000	Mayor de 3.0
1 enero 2005	de 1.2 a 3.0
1 enero 2010	menor de 1.2

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno. Fuente: Garduño (2003) ♦ DBO: Biochemical Oxygen Demand. Source: Garduño (2003).



Fuente: Garduño (2003). ♦ Source: Garduño (2003).

Figura 1. Usuarios por tipo de industria que no cumplieron con la NOM-001-SEMARNAT-1996 en 2000.

Figura 1. Users per type of industry that did not comply with NOM-001-SEMARNAT-1996 in 2000.

Ingenio Azucarero”.

“Esta alta contaminación nos lleva a pensar y decidir en los cambios o prácticas necesarias para mitigar o eliminar la contaminación del agua, es un gran reto pero no es un imposible ya que día con día se van generando y actualizando las técnicas y maquinarias para lograr esto”.

El ordenamiento de la gestión del agua en un ingenio debe tener como objetivo que la cantidad de agua contaminada que tenga que verterse o tratarse sea la mínima posible y su contenido cumpla con las Normas Oficiales (NOM). De las medidas a tomar a nivel interno de la empresa, la recuperación del agua debería ocupar el primer lugar

La descarga de aguas residuales puede reducirse a un mínimo optimizando el diseño de los circuitos internos del agua y aplicando métodos de depuración de eficacia comprobada instalando plantas tratadoras de agua y laboratorio de análisis de aguas residuales. Esto último es imperioso en algunos ingenios que aún no disponen de estas instalaciones, que las plantas de tratamiento sean constantemente monitoreadas por las autoridad ambiental correspondiente, así como hacer eficientes los sistemas de control de calidad de aguas residuales y realizar las obras necesarias para la separación de los drenajes de fábrica y pluvial.

Elena Gonzalo (2007) señala que es necesario dar pasos para racionalizar el uso del agua en la AIA, a partir de su clasificación, de acuerdo a la calidad de estas, almacenamiento, conseguir modificar el

that close to 90 % of the Mexican sugar plants did not comply with the NOM, so it is constituted as one of the economic activities that contaminates national rivers and water deposits most. The recent situation according to Morales Trujillo (2011) can be summarized as:

“The use of water in a Sugar Plant is synonym of contamination, since few sugar plants treat their water, they only store it and later deposit it into rivers nearby, provoking large amounts of pollution for the flora, fauna and living beings near the Sugar Plant”.

“This high contamination leads us to think and decide about the changes or practices necessary to mitigate or eliminate water pollution, which are a great challenge yet not impossible since day by day the techniques and machineries needed to achieve this are generated and updated”.

The ordering of water management in a sugar plant must have the objective of reducing amount of contaminated water that needs to be dumped or treated to the least possible, and its contents should comply with the Official Norms (NOM). Of the measures to be taken inside the company, water recuperation should occupy the first place.

The discharge of residual waters can be reduced to a minimum by optimizing the design of the internal water circuits and by applying depuration methods of proven efficacy by installing water treating plants and a laboratory for residual water analysis. The latter is urgent in some sugar plants that still do not have these facilities, for treatment plants to be constantly monitored by the respective environmental authority, as well as making the residual water quality control systems efficient and performing the necessary works for the separation of the factory and rain drainage systems.

Elena Gonzalo (2007) points out that it is necessary to take steps to rationalize water use in the SAI, starting from the water’s classification, according to its quality, storage, managing to modify the process by substituting the operations carried out through the wet path for others through the dry path, modifying the machinery or else renovating the technology; this much should be done with discharge waters. All of this implies an additional cost that owners and administrators of the sugar plants must consciously assume.

proceso substituyendo las operaciones realizadas por vía húmeda para otras de vía seca, modificando la maquinaria o bien renovando la tecnología, otro tanto debe hacerse con las aguas de descarga. Todo lo anterior implica un costo adicional que los propietarios y administradores de los ingenios deben asumir conscientemente.

SITUACIÓN PRODUCTIVA AMBIENTAL DE LA REGIÓN PUEBLA

El Cuadro 7 compara dos ingenios ubicados en el Estado de Puebla, a partir de la información disponible. Se puede observar que el ingenio de Atencingo se ha comportado recientemente como una economía de escala, lo que le ha permitido la reducción en sus costos unitarios, la expansión de su capacidad instalada y consecuentemente una relativa modernización de su maquinaria, que se espera genere un menor impacto ambiental; al menos se ha avanzado en rubros como una creciente mecanización de la cosecha, un menor tiempo perdido en fábrica, una reducción sustancial en el consumo de petróleo en fábrica, y un menor consumo de energía eléctrica.

El Cuadro 7 nos permite ubicar la presencia de procesos productivos que marcan diferencias, derivados de diferentes realidades de productividad y de solvencia económicas en ambos ingenios.

Calipam enfrenta serios problemas de índole financiera que no le han permitido solventar las liquidaciones a los cañeros y por esa razón muchos de ellos han llevado su caña a otros ingenios, ubicados a mayor distancia, con la consiguiente pérdida de una buena parte de sus ingresos; lo que ha empeorado la situación productiva de la región cañera en que se ubica dicho ingenio, que a pesar de contar con la ventaja competitiva de que se ha producido azúcar a

ENVIRONMENTAL PRODUCTIVE SITUATION IN THE PUEBLA REGION

Table 7 compares two sugar plants located in the state of Puebla, from the information available. It can be observed that the sugar plant in Atencingo has behaved recently as an economy of scale, which has allowed it the reduction of unitary costs, the expansion of its installed capacity, and consequently a relative modernization of its machinery, which is expected to generate a lower environmental impact; at least there has been an advance in areas such as a growing mechanizing of the harvest, less time lost in the factory, a substantial reduction in the consumption of petroleum in the factory, and less consumption of electrical energy.

Table 7 allows us to locate the presence of productive processes that mark differences, derived from different realities for productivity and economic solvency in both sugar plants.

Calipam faces serious financial problems that have not allowed it to afford the settlements to sugar producers and for that reason many of them have taken their sugar cane to other sugar plants, located at a greater distance, with the resulting loss of a good part of their income; this has worsened the productive situation of the sugar cane region where this sugar plant is located, despite having the competitive advantage of having produced sugar from organic sugar cane; this project, which could be encouraging, has been abandoned because of lack of solvency of the sugar plant.

Links can be found between the financial problematic – productive with the environmental, since according to a study, this sugar plant has not modernized its equipment and the region already has

Cuadro 7. Indicadores ambientales de ingenios de Puebla, México. (Zafra 2011/2012).

Table 7. Environmental indicators from sugar plants in Puebla, México. (Sugar harvest 2011/2012).

	Nacional	Atencingo	Calipam
Caña cosechada mecánicamente	18.02 %	9.22 %	0.0 %
Caña alzada mecánicamente	81.02 %	100 %	100 %
Tiempo perdido en Fábrica	7.96 %	6.87 %	25.137 %
Petróleo consumido en Fábrica	78 033 334 litros	1 073 491 litros	1 390 252 litros
Generación de energía eléctrica	795 293 031 KW	29 224 400 KW	1 537 200 KW
Consumo de energía eléctrica CFE	126 000 KW	126 000 KW	453 100 KW
Consumo de energía eléctrica por tonelada de caña	18.25 KW/t	17.02 KW/t	11.95 KW/t

Fuente: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013). ♦ Source: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2013).

partir de caña orgánica; este proyecto, que puede ser alentador, por cuestiones de insolvencia del ingenio ha sido abandonado.

Se puede encontrar vínculos entre la problemática financiera –productiva con lo ambiental, ya que de acuerdo a un estudio, este ingenio no ha modernizado su equipo y la región ya tiene serios problemas de abastecimiento de agua, por lo que se han realizado reuniones entre cañeros y autoridades del ingenio para compartir y racionalizar su uso.

Una situación muy diferente priva en Atecingo, que vive un momento de inversión y modernización, que de acuerdo a SAGARPA:

“ha aplicado recientemente una tecnología de mejoramiento de variedades, combate de plagas y uso adecuado de agua, así como una estrategia coordinada entre productores para realizar la zafra, en 2010-2011... mediante la incorporación de tecnología, variedades mejoradas, sistemas de riego por goteo... gerentes del Ingenio informaron que tienen en marcha un Plan Estratégico para la zafra 2015-2016 que les permitirá obtener una producción de 1.7 millones de toneladas de caña, superior a la actual de alrededor de 1.5 millones. ... se realiza un uso eficiente del agua mediante la incorporación de sistemas de riego tecnificado y prácticas de manejo, como trabajos de revestimiento o entubamiento de canales, multicompuertas, surco alterno, aspersión y pivote central y riego por goteo. ... Además, labores de fertilización dirigida, que comprende la realización del análisis de suelo y puesta en práctica de recomendaciones de aplicación de abonos químicos y orgánicos a nivel parcelario. Con estas acciones, en el sector se avanza hacia la agricultura de precisión y sustentabilidad, destacaron. Otro factor es el mejoramiento de la fertilidad del suelo por medio de la producción de composta, lombricomposta e incorporación de residuos de cosecha para incrementar el contenido de la materia orgánica, lo cual permite conservar la humedad y mejorar la estructura de la tierra fértil” (SAGARPA, 2013)

CONCLUSIONES

- Es necesario que la autoridad verifique los impactos ambientales de la AIA de nuestro país, avance en la difusión de los resultados de las verificaciones

serious problems of water supply, so that meetings between sugar cane producers and sugar plant authorities have taken place in order to share and rationalize its use.

A quite different situation prevails in Atecingo, which is experiencing a moment of investment and modernization; according to SAGARPA:

“a technology of variety improvement, pest combat and adequate use of water has recently been applied, as well as a coordinated strategy between producers to carry out the sugar harvest, in 2010-2011... through the incorporation of technology, improved varieties, drip irrigation systems... managers of the sugar plant informed that they have implemented a Strategic Plan for the 2015-2016 sugar harvest, which will allow them to obtain a production of 1.7 million tons of sugar cane, higher than the current one of around 1.5 million... an efficient use of water is performed through the incorporation of technified irrigation systems and management practices, such as works for overlay or tubing of canals, multi-lock-gates, alternate furrow, aspersion and central pivot, and drip irrigation... In addition, works for directed fertilization, which covers the performance of soil analysis and the implementation of recommendations for application of chemical and organic fertilizers at the plot level. With these actions, there are steps being taken in the sector towards agriculture of precision and sustainability, they highlighted. Another factor is the improvement of the soil fertility through production of compost, worm compost, and the incorporation of harvest residues to increase the organic matter content, which allows conserving moisture and improving the structure of the fertile ground” (SAGARPA, 2013).

CONCLUSIONS

- It is necessary for the authority to verify the environmental impacts of the SAI in our country, to advance in the divulging of results of the normative verifications and the environmental audits. In addition, its integration to the national system of environmental indicators by SEMARNAT, which organizes it globally and incompletely.
- Advances should be made in the integration of a National Environmental Statistics System with

normativas y de las auditorías ambientales. Además de su integración al sistema de Nacional de indicadores ambientales a cargo de SEMARNAT, que lo organiza de manera global e incompleta.

- Se debe avanzar en la integración de un Sistema Nacional de Estadística Ambiental con la información de todas las dependencias gubernamentales (INEGI, SEMARNAT, SAGARPA, Nivel Federal, Estatal y Municipal)
- Continuar con las auditorías ambientales en la Industria en general y en la Industria Azucarera en particular, las que deben dejar de ser voluntarias y a iniciativa de las empresas; y que participen todas (algo parecido a la verificación vehicular). Una vez insertados en este terreno la política ambiental podría disponer de muchos instrumentos de política ambiental que no ha querido utilizar, como son los instrumentos fiscales de apoyo a la innovación tecnológica, los impuestos ambientales a las descargas y a las emisiones, etc.
- En los mismos términos, y haciendo uso al derecho a la información, la PROFEPA debe presentar las medidas concretas que se han tomado o se tomarán para evitar que las actividades productivas de la AIA rebasen las Normas Oficiales permitidas.
- A pesar de que los fundamentos teóricos del neoliberalismo han influido de manera determinante en el diseño de las políticas públicas, van aumentando las opiniones de la necesidad de un retorno a la intervención estatal para enfrentar los daños al ambiente provocados por el aumento de las actividades humanas y económicas. Este debate se irá acentuando. Derivado de lo anterior, se cuestiona también la eficacia del mercado como única vía para corregir las externalidades ambientales y la posibilidad de exacerbar el conflicto social, se ha propuesto la inclusión de nuevos actores en la toma de decisiones ambientales, no únicamente a los que participan en el mercado, también que la sociedad civil e instituciones no gubernamentales se incorporen en la discusión de la viabilidad de políticas públicas actuales y en la instrumentación de nuevas propuestas, que se aumente la descentralización hacia los ámbitos estatales y municipales, de manera que tengan mayores facultades para decidir sobre su entorno inmediato y los recursos de que disponen.

information from all the government agencies (INEGI, SEMARNAT, SAGARPA, Federal, State and Municipal Levels).

- Continuing with environmental audits in the industry in general and the sugar industry in particular, which should cease to be voluntary and at the initiative of the companies; all of them should participate (something similar to vehicle verification). Once inserted in this terrain, environmental policy could have many instruments of environmental policy that it has not wanted to use, such as fiscal instruments in support of technological innovation, environmental taxes on discharges and emissions, etc.
- In the same terms, and making use of the right to information, PROFEPA must present the concrete measures that have been taken or will be taken to avoid for productive activities from the SAI to overwhelm the Official Norms allowed.
- Although the theoretical foundations of Neoliberalism have influenced the design of public policies in a determinant way, opinions regarding the need for a return to state intervention to face the environmental damages provoked by the increase of human and economic activities are increasing. This debate will continue to accentuate. Derived from this, the efficacy of the market as the sole pathway to correct environmental externalities is also questioned and the possibility of exacerbating the social conflict; the inclusion of new actors in environmental decision-making has been proposed, not only those who participate in the market, but also for civil society and non-governmental institutions to be incorporated into the discussion of the viability of current public policies and in the implementation of new proposals, which increase the decentralization towards the state and municipal scopes, so that they have greater faculties to decide about their immediate environment and the resources they have available.

- End of the English version -

NOTAS

³Este concepto de “crisis” de la AIAM es motivo de una discusión más amplia, ya que su carácter es cíclico, en los que históricamente tiene distintas fases: momentos de crecimiento, de estancamiento, con sus

respectivas especificidades y sus influencias internas y externas. Sin embargo, los alcances de sus procesos de acumulación son limitados y enfrentan grandes problemas, por lo que se puede hablar de ese concepto de “crisis” estructural dado el carácter subordinado y dependiente del patrón de acumulación de la industria mexicana en general. Véase Rappo [2002]; Arguello [2009], Hernández Barajas [2000]. ♦ This concept of “crisis” of the MSAI is a cause for further discussion, since its character is cyclical, where historically there are different phases: moments of growth, of stalemate, with its respective specificities and internal and external influences. However, the reach of its processes of accumulation are limited and face great problems, which is why there can be talk of this concept of structural “crisis” given the subordinate and dependent character of the accumulation pattern of the Mexican industry in general. See Rappo [2002]; Arguello [2009], Hernández Barajas [2000].

⁴Es el segundo corte que recibe la planta mientras que resoca 1, resoca 2, son los sucesivos cortes, en función de los que permita la planta, acorde a su calidad. ♦ It is the second cut that the plant receives while *resoca 1, resoca 2*, are the successive cuts, in function of those that the plant allows, based on its quality.

⁵En la mayoría de los campos se usa la fertilización química para aportar los nutrientes al suelo que requiere la caña, en la AIA los fertilizantes químicos son producidos por empresas transnacionales y no existe generación y transferencia de tecnología para establecer los tratamientos que consideren las necesidades específicas del cultivo, ciclo y suelo, que permitiría aprovechar de mayor forma el potencial agroecológico que posee la región. La cachaza, que es un residuo de los ingenios se utiliza como fertilizante, con óptimos resultados, sin embargo no se ha avanzado mucho en la utilización de dicho subproducto de la AIA como abono. Estimular la Investigación y Desarrollo en la AIA es una de las tareas prioritarias para mejorar la productividad, pero también para mitigar su impacto ambiental. ♦ In most of the fields chemical fertilization is used to contribute the nutrients to the soil that sugar cane requires, in the SAI the chemical fertilizers are produced by transnational companies and there is no generation and transference of technology to establish the treatments that consider the specific needs of the crop, cycle and soil, which would allow taking advantage of the agroecologic potential that the region has in a

better way. The mash, which is a residue of the sugar plants, is used as fertilizer with optimal results, although there have not been many advantages in the use of this byproduct of the SAI as fertilizer. Stimulating research and development in the SAI is one of the priority tasks to improve productivity, but also to mitigate its environmental impact.

⁶Martínez Alier (1998) señala a la huella ecológica como la capacidad de sustentación absorbida o el espacio ecológico que permite la apropiación humana de la producción primaria neta de biomasa, por encima o por debajo de lo que las distintas regiones del mundo generan, ésta tiene que ver con la cantidad de recursos utilizados para la producción de un bien, (materias primas, energía, mano de obra, agua, materias físicas, etcétera) que debe poder ser cuantificable, tanto en el bien útil de la que el hombre se apropia (no crea) de la naturaleza, como en los desechos y en los daños que se generan al entorno. En cada uno de estos procesos de la cadena productiva, la economía ecológica pone énfasis en determinar el impacto ecológico que dichas actividades implican y que al respecto diversos autores han denominado como huella ecológica, un concepto que desde nuestro punto de vista puede contribuir al análisis. ♦ Martínez Alier (1998) points to the ecological footprint as the capacity for sustenance absorbed or the ecological space that allows the human appropriation of the biomass net primary production, above or below what the different regions in the world generate, this has to do with the amount of resources used for the production of a good (raw materials, energy, workforce, water, physical materials, etc.) which must be quantifiable, both in the useful good which the man appropriates (does not create) from nature, such as in the waste and damages that are generated in the environment. In each one of these processes of the productive chain, ecological economy emphasizes determining the ecological impact that these activities imply and regarding which various actors have called the ecological footprint, a concept that, from our viewpoint, can contribute to the analysis.

⁷Aunque la opinión de los encuestados durante el trabajo de campo que estamos realizando consensó la afirmación en cuanto a las enfermedades, que no provocan daños significativos en términos económicos, empero afectan el rendimiento y la calidad industrial del producto: disminuye el brix, sacarosa, pureza de los jugos y el azúcar recuperable. ♦ Although the

opinion of those surveyed during the field work that we are carrying out come to an agreement around the statement regarding diseases, that they do not provoke significant damages in economic terms, they still affect the yield and the industrial quality of the product: the brix, sucrose, juice purity and recoverable sugar, decrease.

⁸La quema facilita la realización del corte, aumenta la visibilidad del cortador, reduce los accidentes por picaduras de víboras o alacranes, aunque otros efectos de la misma son: disminución de la humedad del suelo, incidencia de malezas, descenso de la materia orgánica original del suelo, pérdida de nitrógeno, incremento de la erosión, dado que se disminuye la población de microorganismos y el material orgánico del suelo, pérdida de cepas, deterioro de la fertilidad, contaminación ambiental, deterioro de la caña y disminución de la calidad de la caña que ingresa al ingenio, destrucción de la biodiversidad (Servín, 2003).

❖ Burning eases cutting, increases the visibility of the cutter, reduces the accidents from snake bites or scorpion stings, although there are other effects such as: decrease in soil moisture, weed incidence, decrease of the original organic material in the soil, loss of nitrogen, increase of erosion, since the population of microorganisms and the organic material in the soil decrease, there is loss of strains, deterioration of fertility, environmental contamination, deterioration of the sugar cane and a decrease in the quality of the sugar cane that enters the sugar plant, as well as destruction of biodiversity (Servín, 2003)

⁹A nivel nacional, la disposición de agua potable se ha agravado en los últimos años, de acuerdo a Aboites *et al.* (2008), México tenía una disponibilidad promedio del agua de 4416 m³/habitante en 2007, el 63 % provenía de fuentes superficiales y 37 % restante de subterráneas; su uso se distribuía de la siguiente manera: 76.8 % para la agricultura, 13.9 % para abastecimiento público, 3.8 % para la industria y 5.4 % para termoeléctricas; Estas cifras promedio no reflejan la presencia de monopolios agrícolas, industriales y municipales que se han beneficiado de las concesiones para el usufructo del agua, y han sobreexplotado las reservas acuíferas en las regiones con menor disponibilidad del recurso (Centro y norte), dejando sin el vital líquido a importantes sectores de población. En contraste, en las regiones del Sur-Sureste (que tiene la mayor concentración de los ingenios nacionales), y a pesar de que existe

una mayor disposición del recurso, existen comunidades con una menor cobertura en el servicio de agua potable. ❖ At the national level, the availability of drinking water has worsened in recent years; according to Aboites *et al.* (2008), México had an average water availability of 4416 m³/inhabitant in 2007, of which 63 % was from superficial sources and 37 % from underground sources; its use was distributed in the following way: 76.8 % for agriculture, 13.9 % for public supply, 3.8 % for industry and 5.4 % for thermoelectric plants. These average figures do not reflect the presence of agricultural, industrial and municipal monopolies which have benefitted from the concessions for water usufruct, and they have overexploited the aquifer reserves in regions with less availability of the resource (Center and North), leaving important sectors of the population without the vital liquid. In contrast, in the South-Southeast regions (which have the highest concentration of national sugar plants), and although there is a higher availability of the resource, there are communities with a lower coverage of the drinking water service.

LITERATURA CITADA

- Aboites, Luis, Enrique Cifuentes, Blanca Jiménez, y María Luisa Torregosa. 2008. Pendientes nacionales del Agua: Agenda México, Academia Mexicana de Ciencias.
- Aguilar, Noé. 2011. Competitividad de la agroindustria azucarera de la huasteca. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, México, UASLP.
- Arguello, Francisco. 2009. Desarrollo tecnológico de la agroindustria azucarera mexicana, impactos sociales y formas de gestión ambiental. *In*: De la Cruz, José Luis, Francisco Argüello, y Alfonso Tello (comp). Sociedad, Conflicto y ambiente. Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Arreguín, Emma. 2011. Propuesta para establecer medidas con enfoque de producción más limpia en el ingenio El Potrero, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias en Medio Ambiente y desarrollo integrado. México, Instituto Politécnico Nacional.
- Garduño, Héctor. 2003. Administración de derechos de agua, experiencias, asuntos relevantes y lineamientos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Consultado el 28 de abril de 2013 en: <http://www.fao.org/docrep/006/y5062s/y5062s08.htm#TopOfPage>.
- Gonzalo, Elena. 2007. Gestión integral en el manejo del agua para la industria agroalimentaria aplicación en la industria azucarera Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, España.

- Hernández Barajas, Rosa Elvia. 2000. ¿Fructosa: un trago amargo para la agroindustria azucarera mexicana?, Ponencia XXII Congreso Internacional de Latin American Studies Association- LASA
- Martínez Alier, Juan. 1995. Curso de economía ecológica México, PNUMA.
- Morales Trujillo, Javier. 2011. Impacto ambiental de la actividad azucarera y estrategias de mitigación. Tesis Ingeniería Química, México, Universidad Veracruzana.
- Palacios, Oscar, Enrique Mejía, Luis Piñón, y Hugo Sánchez H. 2011. La frescura de la caña de azúcar: un caso de estudio en tres ingenios de México. *Agrociencia*. Núm. 45, Octubre 2011.
- Rappo Miguez, Susana. 2002. ¿La expropiación resuelve la crisis azucarera? nuevos y viejos conflictos. *Aportes* Núm. 19, enero 2002.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012 Logra Ingenio de Atencingo primer lugar nacional de productividad. Consultado el 15 de abril de 2013 en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2011B453.aspx>
- Servín, Roselia (coord). 2003. Azúcar. Colegio de Postgraduados, Funprover. México
- Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR. 2013. Estadísticas de Ingenios Nacionales. Consultado el 29 de abril de 2013 en: http://www.caneros.org.mx/site_caneros/esadisticas