

EL ICIDCA Y LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS

Dr. Oscar Almazán del Olmo, Dr. Felipe Eng, MSc Yaniris Lorenzo

Resumen

En este trabajo se exponen los antecedentes del vínculo del ICIDCA con la protección ambiental como resultado de la concientización, maduración de esta institución, del examen constante de los impactos generados por el sector azucarero y el planteamiento de tareas de investigación de acuerdo a los impactos detectados. En los inicios de este camino, a pesar de no existir una estructura definida en el ICIDCA se dieron soluciones puntuales a momentos de crisis en algunos ingenios del país. La creación y preparación de un departamento dedicado exclusivamente a la protección dentro de la dirección de Fermentaciones permitió un trabajo más sistemático y la obtención de los primeros resultados y con el transcurso de los años los resultados que consolidaron la labor de protección ambiental. Los trabajos de los 90 y del inicio del siglo se caracterizaron por la aplicación exitosa del concepto de Producción Más Limpia y la de creación del Centro Nacional de Gestión Medio Ambiental (CENGMA) de acuerdo con las exigencias de estos tiempos. Finalmente, se presentan las proyecciones ambientales inmediatas y futuras del ICIDCA, incluyendo las proyecciones en la agricultura cañera y la producción de azúcar orgánico con vistas a lograr el desarrollo sostenible del sector azucarero.

Palabras clave: Agroindustria azucarera, protección medioambiental, Tareas medioambientales del ICIDCA, desafíos de I+D+i, desarrollo ecoamigable, producción sostenible.

THE CUBAN RESEARCH INSTITUTE OF SUGARCANE DERIVATIVES (ICIDCA), THE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT. ANTECEDENTS AND OUTLOOKS.

Abstract

This paper presents the historical antecedents of the relation of ICIDCA with the protection of the environment as a result of a fluid process, started in the '60th, of conscientiousness, of institutional maturity and of a systematic evaluation of the impacts of the sugar industry over the environment, as well as the development of scientific research duties to face the solution of periodical crisis, wherever they happen. The creation within ICIDCA of a Department devoted to the R+D+I works of environment protection in the late '70th, allowed to reach the first significant results. In the late '90th and the beginning of the XXI century, there was a successful application of the concept of "Cleaner Production", that together with the birth of the National Center of Environmental Management as an specialized research unit of ICIDCA, were certain answers to the challenges of the new era. Finally the paper makes a presentation of the

outlooks for the immediate future, related to the ways and means to ensure a sugarcane manufacturing with a true ecofriendly and sustainable development.

Key words: sugarcane agro industry, environmental protection, ICIDCA's environmental challenges, R+D+I tasks, ecofriendly development, sustainable production.

Introducción

Siempre existe la tentación de identificar con cronométrica exactitud el inicio de la vinculación de cualquier Instituto a un determinado hacer, a un perfil académico, a un campo de la creación científica.

Cuando examinamos los antecedentes del vínculo del ICIDCA con la protección del medio ambiente, con el rescate del equilibrio del entorno, resulta evidente que esto ocurre no como una decisión puntual, ni como respuesta a un mandato de niveles superiores, tampoco como incorporación oportunista ni emocional a un “estilo” general nacional e internacional, sino como el resultado de un proceso sistemático, racional, iterativo y - en especial - como resultado de una concientización, resultante de la maduración científica institucional.

Es inevitable señalar que en su etapa fundacional y en los primeros pasos del hacer investigativo, al ICIDCA el entorno económico-social le reclamaba como atención prioritaria la creación de una imprescindible cultura nacional de la industrialización de los subproductos de la producción cañero-azucarera, la que en aquel momento jugaba un papel protagónico en la propia supervivencia de la nación cubana.

Así, el vínculo, el compromiso del Instituto con la protección del medio ambiente, ha sido el resultado del examen permanente del impacto económico, social, político y en el entorno, de la aplicación en la producción industrial de los resultados las investigaciones del ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. Ese examen indicó - en cada etapa - la impostergable necesidad de incorporar a la labor del Instituto, con igual prioridad, las tareas científicas, para abatir el negativo impacto de la producción de azúcar, sus derivados y coproductos, sobre el entorno.

Los inicios del camino

En los inicios de este camino, aún sin una estructura adecuadamente definida para este propósito, el Instituto fue requerido de la solución de situaciones puntuales de crisis. La primera, fue cuando se presentó la imposibilidad de iniciar la zafra de 1972-73 del Ingenio Melanio Hernández, en Sancti Spíritus, en razón de la inhabilitación de sus antiguas lagunas de tratamiento de efluentes y la prohibición de disponer de ellos al río Tuinicú, que tributa a la Presa Zaza en el centro del país. En aquel entonces, fue la habilidad, la preparación profesional y el pragmatismo del equipo de la Dirección de Fermentaciones del ICIDCA lo que permitió solucionar la crisis y el inicio en fecha de la campaña azucarera del Melanio Hernández.

Tal labor, de obligada escuela, se complementó con la tarea de solucionar una grave crisis, que afectaba la cuenca hidrográfica de la ciudad de Matanzas, como consecuencia de la errónea disposición de los residuales de los ingenios Boris Luis Santa Coloma y Rubén Martínez Villena; nuevamente fue la naciente experiencia, el tino y el pragmatismo del equipo de especialistas de la Dirección de Fermentaciones lo que posibilitó aplicar exitosas medidas correctivas.

También, en los inicios de los años '70 se le asignó a esa Dirección la misión de conducir el programa de construcción y puesta en marcha de 10 plantas de producción de levadura torula, que operarían 300 días al año, a partir de mieles de caña, cada una vertiendo 2 400 m³ por día, de un efluente altamente agresivo; programa priorizado por la máxima Dirección de la Revolución.

Ese proceso laborioso, tenso y rico en detalles, permitió, o mejor obligó, a adquirir una cultura, respaldada por amplios y sólidos conocimientos y experiencias acerca de las regulaciones y exigencias legales, así como de alternativas tecnológicas de tratamiento y adecuación, de ese enorme volumen de efluentes, en diferentes condiciones edafo-climáticas.

Los primeros resultados

Este hacer práctico-pedagógico, condujo a dos acciones simultáneas y complementarias: una, la evaluación objetiva, por vez primera, de la dimensión del potencial contaminante de la industria azucarera y sus derivados; la otra, la creación en la Dirección de Fermentaciones del ICIDCA, de un Departamento, integrado por jóvenes profesionales y técnicos, bien calificados, cuya misión era la de sistematizar las labores de I+D+i sobre la protección del medio ambiente. En este período se realiza el montaje de las técnicas analíticas para caracterizar las aguas residuales desde el punto de vista de contaminación ambiental y de calidad de agua para riego.

El dimensionamiento del impacto ambiental de la industria azucarera, mostró que, a finales de los '70, este equivalía a una población de 10 millones de habitantes, igual a la población total de Cuba en ese momento.

Las primeras y tal vez más importantes conclusiones derivadas de esa tarea de identificación, cuantificación y localización de los orígenes y dimensión del impacto ambiental de la producción azucarera, mostraron, a fines de la década del '70 del pasado siglo que:

- a) No existía, en el entorno azucarero, ni siquiera una incipiente cultura de protección del medio ambiente.
- b) Era práctica usual, en el 30-35% de las instalaciones fabriles, el empleo indiscriminado del agua, sin recirculación en el proceso, tomando el agua corriente arriba y disponiendo de ella corriente debajo de la fábrica.
- c) Era frecuente la disposición irresponsable de los residuales; un ejemplo de esto era su inyección al manto freático, en los llamados “pozos de recarga”.
- d) No se desagregaban las corrientes efluentes del proceso, así, de hecho, se multiplicaba el efecto contaminante, impidiendo, además, un tratamiento diferenciado, más simple y barato.
- e) Era usual que los pluviales se incorporaran al resto de las corrientes, desaprovechando así una fuente de aguas relativamente limpias e incrementando significativamente el volumen de residuales.

Los resultados que consolidaron la protección ambiental del ICIDCA

Como resultado de esta labor se realizaron, por el ICIDCA, dirigidas a lograr, con acciones simples y mínimas inversiones, una reducción importante del impacto ambiental de la producción azucarera, las cuales hoy resultan práctica usual, por ejemplo:

- 1) Establecer una sencilla desagregación de las corrientes efluentes, separando – en un primer nivel – los pluviales, las corrientes de lavado y las grasas y sólidos del resto de los efluentes.
- 2) La extracción en seco de la cachaza o torta de los filtros y su aplicación, como enmienda orgánica, a las áreas agrícolas cañeras.

- 3) El establecimiento de sistemas de tres a cinco lagunas de oxidación, en serie, de simple construcción, capaces de reducir, por un proceso de anaeróbico elemental, el 60% de la carga orgánica de los efluentes industriales.
- 4) Colectar en “trampas de grasas” las corrientes contaminadas con hidrocarburos.
- 5) Extender la práctica del uso de las aguas tratadas en el fertirriego de las áreas cañeras aledañas a las fábricas.

Ya en los inicios de la década de los '80 del siglo XX, con el apoyo de una muy calificada asistencia técnica Checa, comienzan a lograrse por el Departamento, los primeros resultados de alto valor científico, destacando la labor consagrada, de dos de las jóvenes especialistas de alta calificación, las Ingenieras María Esperanza Valdés y María Cristina Obaya, de relevante trayectoria en las investigaciones aplicadas en este campo.

Es en ese período que se inician, también en el ICIDCA, trabajos de investigación en cooperación con el grupo del Dr. Lettingan de la Universidad de Wagenigen de Holanda, dirigidos al desarrollo de tecnologías de tratamiento de efluentes y el diseño de reactores de cama de lodos y de flujo ascendente del tipo UASB de características novedosas, uno de cuyos modelos está hoy instalado en la planta de tratamiento que opera en la Destilería Heriberto Duquesne en el municipio de Remedios, de la provincia de Villa Clara. La implementación de esta tecnología se logró luego de más de dos décadas de trabajo a ciclo completo y permite el tratamiento de la totalidad de las vinazas de la destilería con un 70-75% de remoción de la demanda química de oxígeno (DQO). El biogás producido se utiliza como combustible en las calderas de la propia destilería, por las familiares del batey y del complejo fabril.

Los trabajos de los 90's e inicios del nuevo siglo

En 1989, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente lanzó su Programa de Producción Más Limpia (PML), definida ésta comola aplicación continua de una estrategia preventiva, integrada a los procesos, producciones y servicios, para incrementar la eficiencia, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo.

A partir de la aplicación del concepto de PML, se han dado importantes pasos en materia de políticas y programas a nivel internacional, dirigidos a, los que en el ICIDCA han recibido sistemática atención profesional para dar respuesta a los compromisos relacionados con el tema que se establecieron en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992.

En 1994 surge el Programa Internacional de PML, por iniciativa conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el objetivo de desarrollar capacidades nacionales en PML y fomentar el desarrollo industrial sostenible en países en desarrollo o en transición.

El Programa de PML de la ONUDI se caracteriza por su enfoque holístico, orientado a la aplicación de este concepto en sectores económicos prioritarios, a fin de garantizar mayor competitividad de las organizaciones del mundo subdesarrollado y facilitar su acceso a los mercados internacionales.

Así, cuando en junio del año 2001 fue aprobado por la ONUDI el Programa para el Establecimiento de la Red Nacional de PML de Cuba, el grado de madurez, la implementación efectiva de acciones de carácter preventivo, la

vinculación estrecha con el sector el nivel científico alcanzado en las dos décadas de hacer y aplicar ciencia, permitió que se creara **el Punto Focal en el ICIDCA**, para brindar el soporte científico y técnico al desarrollo de nuevas tecnologías orientadas al uso eficiente y más completo de la caña de azúcar, el principal cultivo del país dentro del contexto del desarrollo sostenible.

La introducción por el Instituto, de las técnicas y herramientas de P+L en el conjunto de la agroindustria azucarera cubana no tan solo ha logrado **efectos positivos sobre el medio ambiente**, sino que ha permitido **eleva la eficiencia de la agroindustria**, obtener ahorros o ganancias para la industria y la diversificación de la misma, mediante la utilización de los co-productos como materia prima para otros procesos y la formación de especialistas con una mayor proyección y concientización ambiental a través de eventos como cursos, talleres, congresos e intercambios.

La creación de la Red Nacional de PML de Cuba en el 2002, significó un importante impulso en la introducción de esta proyección empresarial preventiva, en el que el ICIDCA representa el sector agroindustrial azucarero, como miembro de los cinco puntos focales de la red cubana.

El Centro Nacional de Gestión Medio Ambiental (CENGMA)

Para potenciar estas actividades en el sector azucarero cubano fue creado, en ICIDCA, en el 2005, el CENGMA de la industria azucarera y derivados, oficializado en el 2008 por el entonces Ministro del Azúcar, Ulises Rosales del Toro.

El Centro Nacional CENGMA del ICIDCA, tiene como **misión** asesorar y diagnosticar la agroindustria azucarera cubana desde el punto de vista ambiental, orientando la introducción de los conceptos de PML (capacitación, buenas prácticas operacionales, uso y reúso de los efluentes, modificaciones tecnológicas, y prevención de la contaminación antes del final del tubo o el tratamiento) a fin de garantizar mayor competitividad, ahorro de recursos, disminución de los costos de producción e impactos ambientales con un mayor acceso a los mercados internacionales.

En este sentido, el trabajo del Grupo ha sido encaminado a lograr progresivamente una real cultura del uso eficiente de los recursos y la disminución y eliminación del efecto perjudicial del vertimiento de los residuales de la industria azucarera sobre el medio ambiente, potenciando su aprovechamiento económico, objetivos de trabajo formulados desde su creación.

El Grupo Empresarial AZCUBA, en su proyección estratégica, aborda la necesidad de prestar mayor atención a la utilización racional y conservación de los recursos naturales, especialmente el agua cruda y de proceso en las fábricas.

Lo que confirma lo acertado de disponer - en la estructura del Instituto - de una unidad de trabajo científico con este perfil, capaz de materializar esta proyección a corto y mediano plazo.

El enfoque de las Proyecciones privilegia abordar creativamente y de modo definitivo, la corrección de los problemas actuales del impacto medioambiental de las instalaciones productivas de la agroindustria azucarera cubana.

Proyecciones del trabajo del CENGMA

En las proyecciones del CENGMA se distinguen dos etapas: la primera dirigida a la identificación, valoración, diseño de sistemas de tratamiento y el análisis de la factibilidad técnico-económica de las inversiones necesarias para la solución de los actuales problemas de impacto y deterioro ambiental, empleando técnicas y métodos conocidos y de confirmada eficacia. La segunda aborda las tareas de investigación, desarrollo, innovación y la aplicación de técnicas y métodos novedosos de mayor eficacia, capaces de modificar raigalmente el perfil de la protección del entorno agroindustrial azucarero, para lo cual se planifica realizar un trabajo de enfoque perspectivo de la actividad de investigaciones y servicios del CENGMA.

Como primera misión se identifica el dimensionamiento objetivo y pragmático del nivel del impacto ambiental de los residuales en este sector, seguido de las acciones para corregir la precaria situación actual, para lograr la coexistencia armónica de la agroindustria azucarera con nuestro entorno.

Para esto, se plantea auditar la totalidad de las Unidades Básicas de Producción de Azúcares: crudos, refinados y blanco directo y sus instalaciones anexas de derivados (destilerías, torulas, etc.), precisando con claridad cada efluente y la dimensión, de su impacto.

De este modo se presentará un panorama completo del nivel de agresividad ambiental de cada unidad, permitiendo establecer una valoración – mediante una puntuación sencilla – de la dimensión del impacto ambiental de cada UBP, clasificándolas TODAS de acuerdo a con su agresividad al entorno.

Este resultado guiará el orden de prioridad de las acciones correctivas y preventivas de protección, como el diseño de un esquema tecnológico, acertadamente diseñado en correspondencia con cada caso (UBP), que asegure un tratamiento básico sencillo y suficiente, que permita reducir significativamente su potencial contaminante, con un estudio de viabilidad técnico- económica y la dimensión de las inversiones necesarias para abatir la contaminación generada, de modo integral y definitivo.

Una segunda misión en las proyecciones es el desarrollo de la concepción del Diseño de “Sistemas Integrales de Tratamiento”, que son aquellos que aseguren:

- a) La colección efectiva de los residuales, su diferenciación y su conducción al sitio de tratamiento.
- b) Establecimiento de un procedimiento de tratamiento acorde con las características de cada residual.
- c) La garantía de una disposición final segura y útil de los componentes sólidos, líquidos y gaseosos resultantes de los tratamientos.

El diseño abarcará desde la selección de la tecnología, el equipamiento, hasta el estudio de la factibilidad técnico-económica de la inversión total, para cada caso (UBP); teniendo presente que siempre la línea a privilegiar será la de eliminar ó minimizar el nivel de residuales, la labor de limitar la agresividad de aquellos inevitables.

La tercera misión es desarrollar Manuales de Procedimientos para el Mantenimiento de las Estaciones de Tratamiento de Residuales; porque es

evidente que la aplicación de Sistemas Integrales de Tratamiento implica el disponer de instalaciones más complejas, con destinos finales de sus efluentes de real utilidad e interés productivo.

Esto significa la inevitable necesidad de un mantenimiento planificado, sistemático, exigente, bien concebido y dirigido con precisión, que asegure la operación estable de la instalación.

Un ejemplo, que puede ilustrar esto, son los actuales sistemas básicos de tratamiento de efluentes, constituidos, en su mayoría, por las vetustas "lagunas anaeróbicas", que como modos primarios, pero de probada eficacia para reducir sustancialmente el poder contaminante de los efluentes industriales, merecen la aplicación de métodos de mantenimiento que preserven su utilidad.

La limpieza de estas lagunas, por ejemplo, genera un fango rico en materia orgánica, poseedor de una micro flora útil y cationes necesarios, que los hace un material ideal, no solo como fertilizante, sino más que todo como una efectiva enmienda de suelos, con un valor agregado y ya existen procedimientos para disminuir los olores desagradables que se producen.

La cuarta misión surge como consecuencia del desarrollo de la línea de bioproductos, que significa la presencia de efluentes con características peculiares y demandantes de sistemas de tratamiento de sus residuales de cierta especificidad, que necesitan una singularización del diseño de los sistemas de tratamiento, siempre vinculados al microorganismo empleado en la biosíntesis, el propio perfil de la tecnología de producción principal y los productos de los inevitables rutas metabólicas secundarias.

Esta línea precisará de trabajos de I+D+i en el campo de la P+L, que comenzaría con el análisis de las tecnologías desarrolladas hasta el presente, de modo de cuantificar, para cada caso, las diferentes categorías de impacto, el diseño de las tecnologías de tratamiento adecuada y la evaluación de la dimensión de la inversión, junto a la identificación de los subproductos resultantes del tratamiento y sus potenciales empleos.

De modo que esto no nos sorprenda, porque son proyecciones productivas emergentes, de perspectivas económicas atractivas, a las que nos debemos apresurar, a encontrarles modos seguros y efectivos de tratar sus residuales.

Hasta aquí, lo que pudiéramos designar como una Primera Fase de las proyecciones en el área industrial.

Las proyecciones en la agricultura cañera

Cualquier enfoque de I+D+i, en cuanto integral en la agroindustria, inevitablemente debe abordar lo relativo a los impactos del cultivo de la caña sobre el medio ambiente.

En general, existe la tendencia de solo considerar, cuando de esto se habla, de los efectos dañinos que sobre el ser humano tiene la aplicación de fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, limitando la atención al empleo adecuado y oportuno de los medios de protección laboral convencionales.

De tal suerte, escapan aquellos aspectos como el impacto de los combustibles fósiles empleados en los equipos agrícolas y del traslado de la caña al ingenio, la emisión de bagacillo en las casas de bagazo y calderas, los escurrimientos de cationes de metales pesados a las fuentes de agua superficial y

subterránea, la emisión de NH₃ de fertilizantes a la atmósfera, solo por mencionar algunos muy obvios.

Todo este universo adolece de una real evaluación cuantitativa y cualitativa, que dimensionese ese impacto, para - basándose en ella - proyectar acciones viables, capaces de limitar el nivel de tal impacto, conduciendo incluso a la eliminación de ellos.

Auditorías ambientales

Una decisión es la de incluir en las Auditorías previstas en estas Proyecciones, a las Unidades Productivas, a solicitud de AZCUBA, extender la valoración a las actividades agrícolas, en una primera instancia limitadas a la identificación de las fuentes y sus ubicación, con una propuesta inicial de vías posibles de mitigar su efecto contaminante, todo para en una segunda acción, profundizar el estudio y concretar recomendaciones precisas.

Esto, de hecho, significa ampliar, de modo notable, el alcance del trabajo del CENGMA, su universo de acción, las especialidades, sus tareas de I+D+i, así como las disciplinas básicas de su trabajo experimental.

Segunda etapa en las proyecciones

La segunda etapa de las proyecciones es la relativa a la labor de I+D+i en el campo ambiental a mediano y largo plazo lo cual significarán una ampliación del universo del CENGMA referido a las líneas investigación y servicios, las que están elaboradas para garantizar el desarrollo sostenible y sustentable de la industria azucarera y sus derivados. Entre las proyecciones principales se pueden citar las siguientes:

1. Tratamiento y decoloración de efluentes líquidos mediante las tecnologías de membranas y el empleo de sistemas de *Membrane bioreactors* (MBR).
2. Empleo de sistemas de membranas para la eliminación de compuestos que afectan la bioconversión de los diversos sistemas de tratamientos.
3. Tratamiento biológico residuales líquidos (en dos fases) para a la producción simultánea de dihidrógeno y biogás.
4. Empleo de sistemas aeróbicos con diversos tipos de microorganismos (hongos, levaduras, bacterias, etc.) y mezclas de estos para elevar los niveles de reducción de la carga contaminante de los residuales líquidos.
5. Reducción de la DQO, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el color de residuales líquidos mediante la oxidación con ozono.
6. Transformación de residuales líquidos en productos de mayor valor agregado mediante el empleo de técnicas de fraccionamiento, concentración y secado, enfatizando en la necesidad de promover tecnologías de cero descarga.
7. Validación de nuevas tecnologías de prevención y tratamiento para cerrar el ciclo de los efluentes.
8. Asimilar métodos y tecnologías para la determinación, evaluación y tratamiento de contaminantes gaseosos en la agroindustria azucarera.
9. Introducción de nuevas técnicas analíticas para la identificación y cuantificación de contaminantes líquidos y gaseosos.

10. Implementación de los sistemas de gestión ambiental empresarial y posterior integración a los sistemas de gestión de calidad y salud y seguridad.

11. Certificaciones ambientales, fundamentalmente en las producciones de azúcar orgánica para alcanzar certificación ambiental nacional.

Azúcar orgánico

Especial énfasis se deberá hacer en la última proyección, la que tiene como propósito incentivar la obtención y producción de una azúcar, y sus subproductos y derivados orgánicos, de mayor valor agregado, no solo por su impacto económico sino por su impacto ambiental positivo, como vía para lograr la excelencia de calidad de la producción de azúcar buscando un equilibrio con la sociedad y el medio ambiente bajo los más altos principios éticos y profesionales del sector azucarero.

El término orgánico se refiere a la forma en que los productos agrícolas son cultivados y manipulados. Los productos orgánicos son mínimamente procesados y no contiene ingredientes ni preservativos, ni han sido sometidos a irradiación. Estos alimentos se cultivan en tierras sanas y el productor asume el compromiso de mantener y recuperar la fertilidad de los suelos y no usar sustancias químicas como fertilizantes y plaguicidas sintéticos. El consumo de alimentos orgánicos es una buena manera de proteger a las futuras generaciones, evitar la erosión de los suelos y mantener la calidad de las aguas.

Para esto, la producción de caña orgánica, debe abordarse como un sistema, donde la unidad productiva debe ser tratada integralmente.

En ella se deberán implementar y complementar la práctica de la conservación de suelos y el mejoramiento de las condiciones ecológicas, como lo son las siembras de especies nativas, la rotación de cultivos, la optimización del consumo del agua, la aplicación de abonos orgánicos como el compost de residuos de la propia caña mezclados con excretas de animales y las cenizas generadas en el proceso industrial, el tratamiento térmico de la semilla para el control de enfermedades y el control de malezas de manera manual sin el empleo de herbicidas y plaguicidas sintéticos. El corte de la caña sería manual, en verde.

En el proceso industrial se garantizará la limpieza de todo el equipamiento y transporte de materiales, así como también a las zonas y equipos de almacenamiento de producto terminado. Se utilizarán floculantes aprobados por empresas certificadas, el empaqueo se realizará teniendo en cuenta las necesidades del cliente y utilizando siempre impresión en el empaque con tintas orgánicas. El producto terminado se transportaría desde la fábrica directamente hasta su destino el puerto de embarque en contenedores completamente esterilizados y libres de fungicidas, debidamente sellados y certificados por una entidad competente.

Es por tanto un asunto de organización y planificación con un enfoque empresarial ecológico novedoso para la mayor parte de sector para lo cual se necesita de la capacitación constante de todo el personal involucrado en los procesos productivos de la organización.

La aplicación de estas metodologías permitirá, evidentemente, la reducción de las cargas contaminantes por una menor emisión de CO₂ a la atmósfera, incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, un uso racional de

energía, suelos menos degradados y contaminados, una optimización del uso del agua con una menor contaminación, y a su vez la obtención de azúcar de mayor calidad nutricional y valor agregado para conducir de este modo al desarrollo sostenible del sector azucarero cubano.

Bibliografía

1. Valdés E., Obaya M.C., García A., Reyes A., Chivas M. 1985. Estudio del tratamiento anaeróbico de los residuales de la industria alcoholera. *Revista Sobre los derivados de la caña de azúcar* 19(1):7-10.
2. Valdés E., Obaya M.C., Rodríguez F., Santiesteban C. 1993. Obtención y aprovechamiento del biogás en la industria azucarera. Informes Código: 3736, Clasificación: II-004 Scan*.
3. Obaya M.C., Valdés E., Ramos J., Eng F. 1998. Desarrollo de una tecnología para el tratamiento de las aguas residuales de las destilerías de alcohol. Informes Código: 4200, Clasificación: II-005 Scan*.
4. Almazán A., González L. 1998. Alcohol etílico. Materias primas y medio ambiente. *Revista Sobre los derivados de la caña de azúcar* 38(2):1-10.
5. Anónimo. 1983. Proyecto de informe sobre la proyección 86-90 para el tratamiento de aguas residuales de la industria azucarera y sus derivados. Informes Código: 551, Clasificación: II-004 scan*.
6. Eng F., Lorenzo Y., Domenech, F. 2008. Avances en la aplicación del concepto de Producción Más Limpia en la industria azucarera y derivados. Informes Código: 4706, Clasificación: II-005 scan*.
7. García A., Valdés E., Obaya M.C., Reyes A. 1979. Estudio de la utilización de los residuales de la industria azucarera y derivados para regadíos. Informes Código: 2118, Clasificación: II-002.
8. Obaya M.C., Calero B., Valdés E., Ramos J., García L. 1992. Consideraciones sobre la segregación de corrientes residuales en un central para riego. *Revista Sobre los derivados de la caña de azúcar* 26(3):57-61.
9. Obaya M.C., García A., Valdés E. 1977. Investigaciones y experiencias realizadas sobre el tratamiento de los residuales de la industria azucarera y sus derivados. Código: 1577, Clasificación: II-001.
10. Obaya M.C., Valdés E., Rodríguez D.E., Cuellar A. 2000. Consideraciones sobre la segregación de las corrientes para el fertirriego de las aguas residuales del CAI Camilo Cienfuegos. *Revista Sobre los derivados de la caña de azúcar* 34(1):26-33.
11. Ribas M., Sabadi R., Hurtado R., De Armas C., Valdés E. 2004. Metodología para el análisis del reuso y reciclaje de agua en la industria azucarera. Análisis bibliográfico. Informes Código: 4555, Clasificación: II-004 Scan*.
12. Subdirección de Fermentaciones, Icidca. Proyecto tecnológico del sistema de tratamiento combinado de los residuales del central Julio A. Mella y la fábrica de levadura torula de la firma Schoeller-Bleckmann. Informe 387-77, Dic. 1977.
13. Valdés E., Obaya M.C. 1979. Tratamiento de los residuales de la industria azucarera y los derivados. Informes Código: 2494, Clasificación: II-004.
14. Valdés E., Obaya M.C. 1988. Aprovechamiento de residuales de la industria azucarera y derivados. Informes Código: 3037, Clasificación: II-004 SCAN*.
15. Valdés E., Obaya M.C., Bueno L., Ramos J., León O.L. 1995. Impacto ambiental de nuevas producciones de derivados. Evaluación del origen y procedencia de las diferentes corrientes residuales. Caracterización de las diferentes descargas residuales. Informes Código: 3022, Clasificación: II-004 Scan*.
16. Valdés E., Obaya M.C., García A. 1980. Diagnósticos, evaluación y lineamientos para la solución de los residuales de la industria azucarera y sus derivados. Informes Código: 118, Clasificación: II-004.
17. Valdés E., Obaya M.C., Ramos J., León O.L. 1989. Evaluación de la calidad de las aguas tratadas en un sistema de lagunas de estabilización. Informes Código: 3126, Clasificación: II-004 SCAN*.
18. Valdés, E. 2003. Diagnóstico de la situación actual de la industria azucarera y de los derivados en cuanto a las cargas contaminantes aportadas al ambiente su

evaluación y características generales de las aguas residuales. Código: 4512, Clasificación: II-004 SCAN*.

19. Valdés, E; Obaya, M.C; Ramos, J. Diseño tecnológico del sistema de lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales del central de Viet Nam criterios de disposición final. Informe interno II 3113. La Habana, Icidca, 1989.

20. Obaya M.C., Valdés E., Ramos J. 1985. Manual para la caracterización de las aguas residuales de la industria azucarera. Informes Código: 2066, Clasificación: II-004 SCAN*.

21. Valdés E., Obaya M.C., García A. 1982. Política de tratamiento de residuales de la industria azucarera. Revista Sobre los derivados de la caña de azúcar 16(1):43-57.

22. Valdés E., Obaya M.C., Ramos J., León O.L. 1989. Algunas consideraciones para la caracterización de las aguas residuales, evaluación y operación de los sistemas de lagunas de tratamiento en la industria azucarera. Informes Código: 3359, Clasificación: II-004 SCAN*.

23. Valdés E., Obaya M.C., Ramos J. 1996. La ecología y la industria azucarera. Informes Código: 3999, Clasificación: II-006-3999-96 Scan*.

24. Estrategia ambiental del MINAZ 2007-2010.

25. Ramos N.P, Gusman J.M.Árvore de conhecimento cana-de-açúcar. Certificação socioambiental http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_4_711200516715.html#.

26. Almazan O. Consideraciones estratégicas sobre las producciones orgánicas en AZCUBA.

Autor

Dr.C. Oscar Almazán del Olmo

Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar.

Emails: oscar.almazan@icidca.edu.cu / almazandelolmooscar@yahoo.com

Presentado: 28 de agosto de 2013

Aprobado para publicación: 29 de junio de 2015