



CIENCIAS TÉCNICAS

Artículo de revisión

Creación, resultados y desaparición del ICINAZ (1973-2011)

Jorge Tomás Lodos Fernández ^{1,2} <https://orcid.org/0000-0001-8147-9962>

Arodís Caballero Núñez ¹ <https://orcid.org/0000-0002-4977-4360>

¹ Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba

² Miembro de la Academia de Ciencias de Cuba

Autor para la correspondencia: jorge.lodos@correo.azcuba.cu

Revisores

Erenio González Suárez
Universidad Central Marta Abreu de las
Villas. Villa Clara, Cuba

Marta Beatriz Infante Abreu
Universidad Tecnológica de La Habana
José Antonio Echeverría. La Habana,
Cuba

Editor

Amanda Gómez Bahamonde
Academia de Ciencias de Cuba. La
Habana, Cuba

Traductor

Yoan Karell Acosta González
Academia de Ciencias de Cuba. La
Habana, Cuba

RESUMEN

Desde 1963 existían institutos de investigación en caña y en derivados, pero no para la industria azucarera. El análisis de la zafra de 1970 definió crear en 1973 el Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ) con la Unidad Experimental Pablo Noriega (UEPN) adscrita, que resultó ser la primera unión de investigación-producción cuyos resultados podían generalizarse directamente. En la investigación se describieron los nuevos equipos, tecnologías y productos que convirtieron a la UEPN en el mejor central del país. Se reflejaron las estrategias para reunir personal calificado, separar la gestión del Instituto del central y extraerlo del reporte de producción. Durante el "período especial" se redimensionó el sector, la UEPN se adscribió a la producción y se trasladó el ICINAZ al IPROYAZ. En el 2010 se integró al ICIDCA y desapareció como una institución independiente. Se cumplió el objetivo de rescatar parte del patrimonio azucarero, contado por sus participantes.

Palabras clave: investigación; industria azucarera; ICINAZ; ICIDCA; UEPN

Creation, Results and Disappearance of ICINAZ (1973-2011)

ABSTRACT

Since 1963, research Institutes for sugarcane and byproducts existed, but not for sugar industry, no matter its importance. The analysis of the 1970 harvest led to the creation, in 1973, of the Cuban Sugar Research Institute (ICINAZ) with Experimental Sugar Mill Pablo Noriega (UEPN) attached, first Research-Production Integrated Unit, with directly generalized results. New equipment, technologies, and products developed by ICINAZ also transformed UEPN into the best sugar mill in Cuba. Issues as the separate management of UEPN and ICINAZ, the subtraction of UEPN from production control, and the attraction of technicians to ICINAZ had been resolved. During the years 2000, when "special time" appeared, the reduction of the sugar sector took place, UEPN was transferred to production control, and ICINAZ was relocated at IPROYAZ. In 2010, ICINAZ became part of ICIDCA, thus disappearing as an independent institute. Direct participants assumed the task of recovering this part of Cuban sugar history.

Keywords: research; sugar industry; ICINAZ; ICIDCA; UEPN



INTRODUCCIÓN

La historia de la investigación azucarera tuvo sus modestos inicios en la época colonial, continuó en forma similar durante la neocolonia y realmente se desarrolló durante la etapa revolucionaria. ⁽¹⁾ Desde el inicio de la Revolución cubana nadie dudaba de la importancia de desarrollar la caña por su magnitud, así como respaldar su futuro y desarrollar sus derivados. Consecuentemente con ello, se creó en 1963 el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).

Sin embargo, aun cuando la industria azucarera administraba 156 centrales, procesaba diariamente 650 000 t de caña y producía 70 000 de azúcar, no existía la misma claridad. Predominaba proponer qué adquirir basado en la propaganda de firmas comerciales. Solo en el ICIDCA desde 1968 existió una modesta Dirección de Investigaciones Azucareras (DIAZ) dedicada a obtener azúcar blanco utilizando óxido de magnesio en la clarificación, desarrollar técnicas analíticas y coordinar el programa nacional Color en Azúcar para evitar su deterioro durante su almacenaje y transportación marítima a granel. ⁽²⁾ Seguían sin existir la cultura y los medios para evaluar lo que se importaba, menos aún para desarrollar equipos, tecnologías y productos originales adaptados a nuestras condiciones.

El objetivo de este trabajo es recrear los elementos que propiciaron la creación del Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ), su desarrollo y ulterior integración, descritos por sus participantes directos como apoyo a la preservación del patrimonio azucarero del país.

DESARROLLO

Creación del ICINAZ (1970-1973)

¿Qué propició crear al ICINAZ? La magnitud de la industria azucarera, el desarrollo incipiente de la investigación azucarera en el ICIDCA y sobre todo los resultados de la zafra de 1970. Durante 1971 como consecuencia de ello la dirección del país decidió que la industria azucarera cubana debía tener una capacidad propia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y se inició la implementación de esta decisión. El primer paso fue nominar al central Pablo Noriega ubicado en Quivicán, que para entonces procesaba solo 900 t de caña por día, como Unidad Experimental (UEPN) donde el ICIDCA pudiera introducir sus resultados. Algo después se adscribió la UEPN a la DIAZ y a principios de 1972 ambos se unieron e independizaron del ICIDCA con el nombre de UEPN.

A fines de 1972 se discutió cómo convertir a la UEPN en un instituto de investigaciones con una fábrica vinculada que

podiera evaluar los desarrollos propios y transferidos. El 26 de junio de 1973 se creó oficialmente el ICINAZ por la Resolución 233/1972 del Ministerio del Azúcar (MIINAZ) al que se le adscribió la UEPN dando lugar a un instituto de nuevo tipo, el primero del país que trabajaba no solo a ciclo completo, sino que también incluía la introducción y evaluación de los resultados de las investigaciones en una fábrica propia, constituido en una Unidad de Investigación-Producción (UIP). ⁽³⁾

Sin embargo, en 1973 el ICINAZ continuaba siendo el viejo y deteriorado central Pablo Noriega con los servicios administrativos y 500 trabajadores, incluyendo 30 técnicos provenientes del ICIDCA, sin áreas propias de trabajo. La presión sobre la dirección del ICINAZ no se vinculaba al resultado del trabajo investigativo, sino al de la zafra, comprometida por el mal estado del central. Por ello, los primeros esfuerzos se dirigieron a: independizar al ICINAZ de la UEPN, extraer la zafra del control productivo, fortalecer al ICINAZ y atraer personal técnico.

Independizar al ICINAZ de la UEPN

Después de algunas aproximaciones se conformó una estructura de un ICINAZ diferenciado de la UEPN, con 2 direcciones: una química y otra tecnológica y una secretaría científica para el control de las investigaciones y las relaciones externas. También existió una dirección administrativa con departamentos de servicios totalmente independientes de la UEPN que tenía los suyos propios. El administrador de la UEPN no dependía de ningún servicio del ICINAZ, aunque se subordinaba y le rendía cuentas al director del ICINAZ.

Extraer la zafra del control productivo

Las primeras 2 zafras mientras el desarrollo del ICINAZ avanzaba fueron muy difíciles para la UEPN. La falta de combustible (leña), personal y las roturas constantes afectaban los resultados de la provincia y su presión casi no permitía atender al desarrollo. En 1974 el MINAZ decidió extraer a la UEPN del reporte de producción, por lo que sus resultados no afectarían el balance.

La eliminación de esta presión fue decisiva para el ICINAZ pues le permitió concentrar la atención en el desarrollo de la UIP, que incluía también el desarrollo de la UEPN. Esta decisión no redujo el control de producción, ni se limitó a conformarse con planes fáciles, sino todo lo contrario.

Fortalecer al ICINAZ

El apoyo de la dirección del MINAZ y los recursos que se recibían del programa de colaboración con la URSS permitieron en muy corto plazo contar con 2000 m² de nuevas áreas de investigación bien dotadas de equipos y medios y una biblioteca con acceso a literatura reciente, solo necesitadas de más investigadores.

Atraer personal técnico

Se necesitaban varios centenares de universitarios, técnicos medios y obreros calificados para completar el personal de investigaciones, producción, talleres y otros servicios de apoyo del ICINAZ y la UEPN.

A partir de 1974, el MINED-MES-MINAZ asignaron una importante cifra de profesionales diversos, residentes en la capital y el ICINAZ creó un servicio que transportaba Habana-Quivicán-Habana a 400 trabajadores en 10 ómnibus con 5 itinerarios. Se construyeron más de 20 casas para sustituir los bohíos del batey y 70 apartamentos para estabilizar la fuerza laboral externa que benefició a más de 100 trabajadores pues frecuentemente varios integrantes de una misma familia trabajaban en la UIP.

Además del transporte y la vivienda había que crear condiciones para que los asignados una vez cumplido su servicio social, decidieran continuar en el ICINAZ. Para ello, otros elementos importantes fueron los cambios visibles en locales, equipos, condiciones de trabajo, superación, prestigio y sobre todo, la participación en resultados introducidos en la fábrica, que era motivo de orgullo de los investigadores.

Resultados del ICINAZ (1974-1999)

En 1980 el ICINAZ contaba con 500 trabajadores incluyendo más de 100 universitarios y la UEPN mantenía sus 500 con 10 universitarios. En unos pocos años la UEPN se convirtió dentro de la UIP ICINAZ en el mejor central del país por sus indicadores vinculados a la caña y a la industria. La UEPN era el primer central en introducir los resultados de las investigaciones, corriendo riesgos, pero recibiendo antes que nadie los beneficios del éxito. El balance fue positivo pues elevó su capacidad un 10 % y su rendimiento agrícola (~100 t de caña/ha), agroindustrial (~11 t de azúcar/ha) y costo de caña y azúcar eran los mejores del país. Su producción anual de azúcar era 20 % superior a la mayor alcanzada anteriormente y en sus mejores 5 años, 40 % superior.^(4,5)

Se mejoró la preparación y molienda de la caña con nuevas cuchillas y alimentadores, mayores presiones y la electrificación del movimiento y se asimiló el mantenimiento no destructivo con equipos portátiles que redujeron el tiempo perdido y las pérdidas de azúcar de todo el país y de otros países. La mejor comprensión de la contaminación y de la influencia de los oligo y polisacáridos formados sobre la miel final elevó el rendimiento y el recobrado de azúcar, al igual que lo hicieron los nuevos equipos, tecnologías y productos propios e importados. Se sustituyeron las obsoletas calderas por un silo alimentador y una caldera eficiente desarrollados por la Empresa de Diseño Mecánico (EDIMEC) a los que se le añadió un secador neumático de bagazo, original del ICINAZ.

También se redujo el consumo de vapor con un nuevo diseño del evaporador y nuevos calentadores, que obtuvo 30 % de bagazo sobrante. Se destacaron los trabajos con nuevos materiales y radioisótopos, la obtención de biogás de cachaza y residuales y la automatización del proceso. Se mejoró el control de laboratorio para poder actuar sobre el proceso en tiempo real. También se trabajó en la *interface* campo-fábrica en función de introducir modificaciones al Centro de Acopio para mejorar su capacidad de limpieza y procesar caña manual y mecanizada. Se planeó el establecimiento de la influencia de los sistemas de cosecha y de la estructura vegetativa de la caña sobre la eficiencia industrial.

En los 80 la UEPN asimiló el Plan Caña que también se independizó de la producción conformando con la UEPN un complejo agroindustrial y se le transfirió al ICINAZ el Laboratorio Central de Control de Calidad que atendía el MINAZ, así como la actividad de mecanización agrícola (con su estación de pruebas a 2 km del ICINAZ) que atendía el INICA. El área de talleres creció sustancialmente con naves independientes y bien dotadas, unida a una brigada de construcción y montaje que le permitió al ICINAZ escalar sus investigaciones a la UEPN con recursos propios, acelerando su introducción.

Paralelamente se desarrolló en el área los proyectos Cuba 9 (derivados del bagazo) y Cuba-10 (derivados de la miel) auspiciados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Así como el ICINAZ fue la extensión de la DIAZ del ICIDCA, estos 2 proyectos fueron la extensión natural de sus direcciones de celulosa y de fermentaciones, respectivamente (figura 1).

Esta etapa se caracterizó en el MINAZ por el incremento de la introducción de resultados en la producción, por el diseño y construcción de nuevos centrales, la modernización de los existentes y la expansión de los derivados, en los que el ICINAZ, el Cuba-9 y el Cuba-10 jugaron un papel protagónico. Estos centros, en los años 80 del siglo xx podían cumplir con las características de lo que hoy llamaríamos empresas de alta tecnología y parque tecnológico.^(6,7)

No puede dejar de mencionarse el aporte de la colaboración internacional, en primer lugar de la Unión de Investigación-Producción Sajar (Azúcar) de la URSS, similar al ICINAZ. A partir de 1973 fue frecuente la asistencia técnica, el patrocinio de adiestramientos y disertaciones, el intercambio de experiencias y visitas y el desarrollo de investigaciones conjuntas. También, la participación en la secretaría de tecnología del Grupo de Países Latinoamericanos y Caribeños Exportadores de Azúcar (GEPLACEA) fue muy importante pues permitió acceder a información actualizada sobre la agroindustria azucarera mundial y confeccionar programas estratégicos de investigación. Otras fuentes importantes fueron



Fig. 1. Vista aérea del Cuba-9, Cuba-10 e ICINAZ (fotografía de los autores).

el Instituto para el Mejoramiento de la Producción Azucarera (IMPA) de México, y los intercambios con otros técnicos en talleres y congresos como los de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba (ATAC), ICIDCA, Universidad de Oriente (UO), Universidad Central de Las Villas (UCLV), Asociación de Técnicos Azucareros de México (ATAM), Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (ATALAC), Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA), International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA) y Sociedad Internacional de Tecnólogos de la Caña de Azúcar, con sus siglas en inglés ISSCT. En varios comités del ICUMSA trabajaron investigadores del ICINAZ y de otras instituciones como árbitros y colaboradores. En todas esas relaciones y eventos también se daban a conocer los resultados obtenidos por el ICINAZ.

En la misma medida en que la capacidad de hacer se iba fortaleciendo, el PNUD y GEPLACEA aprobaron al ICINAZ un proyecto de mantenimiento industrial azucarero y le contrataron estudios para modernizar la industria azucarera dominicana y recuperar la de Haití. También se prestaron servicios contratados por empresas mixtas radicadas en México y Brasil y se participó en el vuelo conjunto al Cosmos Cuba-URSS con 2 experimentos para medir la velocidad de cristalización de la sacarosa en solución en condiciones de ingravidez, con equipos fabricados por el ICINAZ.

Se inició el adiestramiento de especialistas de otros países en las instalaciones del ICINAZ, en particular de Argen-

tina, Irak, México, Siria y Suecia y la exportación de equipos como el secador neumático de bagazo a Pakistán y México, de productos como el IFOPOL –desinfectante para aumentar la eficiencia azucarera– y de tecnologías como la cristalización continua de masas finales, ambos a México. Igualmente, se exportaron servicios de diagnósticos de eficiencia energética e industrial, optimización del uso de agua, tratamiento de residuales, almacenamiento y trasiego de azúcar, uso eficiente de productos químicos y reducción de las pérdidas en mieles y bagazo a Argentina, Brasil, Irak, Irán, México, Nicaragua, Pakistán, Siria, Uruguay y Vietnam.

Se puede concluir que el saber-cómo azucarero cubano, en particular el generado por el ICINAZ estuvo presente en muchos países cañeros de Asia y América.

El intercambio con otras áreas del MINAZ, además del ICIDCA e INICA era muy importante, en particular con el Instituto de Proyectos Azucareros (IPROYAZ), la EDIMEC como empresa dedicada al diseño, la Empresa de Diseño y Automatización Industrial (EDAI) dedicada a la automatización y el Centro Nacional de Capacitación Azucarera (CNCA) con labores de capacitación que fortalecieron el ciclo completo.

Existía una intensa colaboración con otras instituciones con las que se realizaban investigaciones conjuntas y cuyos resultados, si fuera necesario, se introducían en la UEPN. Se evaluaron:

- fitopatógenos con el Instituto de Investigaciones en Salud Vegetal (INISAV)
- dinitrato de isosorbida (vasodilatador coronario) y gluconatos de calcio y de potasio (contra su déficit) con el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM)

- sucrotensores en alimentos con el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA). Igualmente se promovió la tecnología de guarapo embotellado.
- jabones y detergentes con Suchel
- decoloración de licores con ozono del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC)
- Laserpol NIR del Centro de Desarrollo de Equipos e Instrumentos Científicos (CEDEIC)
- Colormatic y el Saturomatic del Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales de la Universidad de La Habana (IMRE/UH)
- cristalización por enfriamiento y clarificación balanceada del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE)
- microorganismos modificados del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB)

Un programa nacional importante de esa época fue el estudio del almacenamiento y transporte del azúcar a granel que se inició en el ICIDCA, del que participaron muchas instituciones, particularmente la UCLV. En 1997 se creó la primera Empresa Mixta del MINAZ: Quimizuk, entre el ICINAZ y la firma mexicana ZUKER para producir floculantes y otros productos químicos industriales.

A fines de los 70 comenzó su operación el Centralito del Palacio de Pioneros, una de las más hermosas obras de la Revolución. El Centralito era atendido por el ICINAZ y reproducía el proceso en "chiquito", de esta forma se despertaba el amor por la industria azucarera en las futuras generaciones de cubanos.

En el proceso, se recepcionaba y depositaba la caña en la estera alimentadora y la preparaba y molía (Primer Círculo de Interés). Luego calentaba, clarificaba y concentraba el jugo hasta "meladura", cristalizaba y centrifugaba el azúcar (Segundo Círculo). Todo el proceso se controlaba en un laboratorio bien dotado (Tercer Círculo). Los escolares se llevaban el azúcar obtenido como trofeo y prueba de su actividad.

Los investigadores publicaban fundamentalmente en 4 revistas azucareras nacionales: Cuba Azúcar, ATAC, ICIDCA y Centro Azúcar y en 5 revistas internacionales: International Sugar Journal (Reino Unido), Zuker Industrie (RFA), Sugar y Azúcar (EE.UU.), Boletín GEPLACEA (México) y Sajarnaya Promishlennost (URSS). También, en memorias de eventos del ISSCT, GEPLACEA y ATAC. En esos años los investigadores del ICINAZ publicaron más de 400 artículos, recibieron 12 Premios de la ACC, se les concedieron 17 certificados de autor (patentes) y más de 100 de ellos completaron diplomados, maestrías o doctorados.

Resultados seleccionados del ICINAZ hasta fines de los noventa del siglo XX

En cuanto a los resultados, además de los ya mencionados, se pueden citar: ⁽⁸⁾

- Medición de calidad de la caña. La experiencia adquirida en el sector permitió pronosticar y optimizar la eficiencia industrial según su estructura vegetativa y esquema de cosecha. Se modeló cuándo usar cortacogollo según uniformidad de la caña.
- Desinfección de jugos con agentes físicos y químicos y diseño de métodos para su control, desarrollados por la UCLV e ICINAZ.
- IFOPOL®, inhibidor de enzimas formadoras de oligo y polisacáridos que causaron alta viscosidad y cristal alargado de azúcar. Se produjo en el ICINAZ para todo el país.
- Determinación rápida de contaminación en jugo, con método original compatible con tiempo del proceso, que permitió actuar sobre el mismo.
- Modelación de distribución de microorganismos y desinfectantes en el tándem que optimizaba la desinfección, ahorra producto y minimizaba pérdidas asociadas de azúcar.
- Calentadores de jugo en espiral y placas (Alfa Laval) y de contacto directo (ICINAZ) cuya evaluación contribuyó a ahorrar bagazo, por menor consumo de vapor.
- Evaluación de clarificadores Oriente DTC desarrollado en la industria y el BTR de la EDIMEC de bajo tiempo de retención, que lo sustituyó.
- Evaluación de floculantes importados y propios, basada en velocidad de sedimentación, compactación de cachaza y relación costo/beneficio.
- Reactor anaeróbico para cachaza y residuales azucareros con alto tiempo de retención de sólidos y bajo de líquidos. Descontaminaba, contribuía a ahorrar bagazo con el biogás, y el sedimento se usó como biofertilizante.
- Quintuple con extracciones, que aprovechaba totalmente el calor residual de la evaporación y contribuyó al ahorro del 30 % del bagazo, por menor consumo de vapor.
- Anticor®, inhibidor de corrosión del ácido clorhídrico utilizado para eliminar las incrustaciones de los evaporadores. Se producía en el ICINAZ.
- Cristalizador cassette que permitía ajustar el enfriamiento a la calidad de la masa, optimizar su agotamiento y mejorar el mantenimiento sin diluirla ni parar el proceso.
- Medir patrón de flujo con radioisótopos que definían distribución de agentes físicos (calor y sobresaturación) y químicos (tensoactivos) y optimizaban diseño del cristalizador.

- Mecanismo físico y químico de cristalización en soluciones puras e impuras de sacarosa, incluyendo estudios reológicos, cinéticos e influencia de agentes químicos.
- Automatización de cristalización que optimizaba operación y mejoraba el agotamiento.
- Quimización del proceso con inhibidor enzimático IFOPOL, de corrosión Anticor, tensoactivo Sucrotensor y medio de semillamiento Superestable, originales y desinfectante comercial, que reducía consumo y mejoraban agotamiento.
- *Softwares* como Gracil para control supervisorio del proceso, Simfad que lo modelaba y permitía comparar variantes y Mainpack para gestión del mantenimiento.
- Mecanismo de acción de tensoactivos sobre *interface* superficie de calentamiento-licor facilitando evaporación (efecto positivo) y cristal-licor facilitando su movimiento (efecto positivo de pseudo-descenso de viscosidad), pero limitando cristalización (efecto negativo) que permitía predecir cuándo utilizarlos y qué esperar de su uso.
- Medio de semillamiento superestable con microcristales de 10 μ obtenidos por cambio de solvente y trituración, estabilizado con tensoactivo hasta 8 meses.
- Protektor®, recubrimiento temporal para chapas de acero que disminuía acción corrosiva de atmósfera durante un año, producido en ICINAZ.
- Caldera y silo de bagazo desarrollos de EDIMEC que contribuyeron a ahorrar bagazo por más eficiencia en generación de vapor.
- Secador neumático de bagazo que lo arrastraba y secaba con el humo de la caldera, sin superficie de intercambio, elevaba su eficiencia y atrapaba el hollín del humo.
- Reducción de pérdida en bagazo. Se generó un conocimiento sobre cómo identificar las causas y actuar sobre ellas, incluyendo calidad de caña, adición de productos químicos, revisar equipos y humedad del bagazo que influyeron en balance energético del proceso.
- Reducción de pérdida en miel. Se generó conocimiento sobre cómo identificar las causas y actuar sobre ellas, incluyendo calidad de caña y jugo, fuentes de infección y destrucción de reductores, productos químicos, revisión de equipos y control del proceso.
- Ensayos de aptitud a análisis de más impacto en comercialización del azúcar con un programa propio y perspectiva de evaluar desempeño de laboratorios y analistas.
- Manuales de Técnicas Analíticas para control de producción de azúcares.
- Laboratorio acreditado de ensayo de azúcares que evaluaba su calidad y de la miel. Actuaba de referente en litigios entre productores y vendedores internos y externos.
- Normas ramales y nacionales de especificaciones de azúcar crudo, blanco y miel, aprobadas por el Comité Técnico de Normalización Azúcar.
- Glucosa azucarera y sirope rico en fructosa, sustitutivo de alimento de abejas cuando hay pocas flores, y en dieta de mosca *Lixofaga* en producción de entomófagos.
- Glucosa enzimática por hidrólisis de maicena para producir sorbitol.

El ICINAZ brindaba a la industria servicios técnicos especializados de diagnóstico, solución de problemas y apoyo en introducción de nuevas tecnologías, equipos y productos:

- evaluación de eficiencia industrial y energética
- asistencia para reducir pérdidas en mieles y bagazo
- asistencia en automatización y control de procesos
- respaldo al desarrollo de proyectos de I+D+i
- participación en evaluación y puesta en marcha de nuevos equipos y tecnologías
- implementación de sistemas de gestión de calidad y formación de auditores internos
- análisis y certificación de calidad de azúcares y mieles
- validación de técnicas para control de calidad y estudios de trazabilidad
- entrenamiento y capacitación del personal de la industria y laboratorio
- optimización del uso del agua y tratamiento de residuales
- calibración de medios de laboratorio

Todo ese esfuerzo se expresó en los años 80 del siglo XX, en 7 nuevos centrales con lo mejor de la tecnología cubana y mundial de la época, que sirvieron de modelo a otros países.

ICINAZ en el siglo XXI (2000-2010)

A fines del siglo XX y principios del XXI desapareció el Campo Socialista Europeo que obligó a vender casi todo el azúcar cubano en el mercado mundial, cuyos precios descendieron a casi por debajo de su costo. Simultáneamente se incrementaron los precios del petróleo, fertilizantes, materiales, repuestos y equipos y arreció el bloqueo de los EE.UU. Ante esta situación el país implantó el período especial, en el que el azúcar siguió siendo garante de la importación de todos los sectores de la economía nacional. Un aporte poco reconocido de la industria azucarera en ese período fueron los miles

de millones de dólares con que contribuyó a que la economía nacional sobreviviera, a costa del riesgo de su propia supervivencia. Ante esta situación, era imprescindible redimensionar el sector. ⁽⁹⁾

Dentro del redimensionamiento en el 2002 el MINAZ reconvirtió la UEPN en el Complejo Agro-Industrial (CAI) Pablo Noriega y lo adscribió a la producción. Al salir la UEPN de la UIP ICINAZ, esta se quedó sin su base fundamental y perdió sentido su ubicación en Quivicán con sus técnicos viajando desde La Habana. Como consecuencia el MINAZ trasladó la sede del ICINAZ de Quivicán al IPROYAZ donde existían áreas vacías por la sustitución de las mesas de dibujo por el diseño computarizado. En el año 2000 prácticamente todas las actividades estaban trasladadas al IPROYAZ. Solo se mantuvo en Quivicán el taller de maquinado, la planta de biogás y el laboratorio de radioisótopos, con trabajadores allí residentes que desaparecieron cuando faltaron sus integrantes. El área de bio-agroproductos se traspasó al INICA.

También se fusionó la EDIMEC con el ICINAZ unificando los objetivos que antes perseguían por separado. Esta fusión hizo muy fuerte al ICINAZ en la actividad energética, pues se incrementaron los trabajos de diseño de calderas, montajes, evaluaciones y diagnósticos, que no se realizaban anteriormente. La estructura de los 80 ya no era compatible con la magnitud y metas del MINAZ y las direcciones se reorganizaron en 4 equipos de trabajo: el de proceso (química, tecnología y automatización), maquinaria (diseño y proyección de equipos, mantenimiento industrial y recuperación de partes y piezas), energía (generación y uso del vapor y la electricidad) y control de la calidad (técnicas analíticas y consultores, auditores y certificación de calidad).

Se incluyeron 2 estaciones en Villa Clara y Holguín que provenían de la EDIMEC. Se creó una dirección para la evaluación técnico-económica del resultado de la investigación y su comercialización. Se mantuvieron las secretarías científicas (información, capacitación y relación con CITMA y entidades de I+D+i) y áreas administrativas. Las tareas más importantes fueron:

- Desarrollar tecnologías de producción de azúcares de diferentes calidades y de sus derivados de más valor agregado.
- Desarrollar equipos, tecnologías y productos para elevar eficiencia y reducir consumo energético del proceso.
- Diseñar esquemas que permitieran integrar la producción de azúcar, derivados y energía.
- Desarrollar métodos de protección y materiales más resistentes a abrasión y corrosión.

- Desarrollar el mantenimiento en operación y recuperación de partes y piezas.
- Diseñar sistemas de generación/cogeneración de alta eficiencia y parámetros de vapor.
- Desarrollar sistemas de manipular y almacenar biomasa para uso como combustible.
- Promover producción de instrumentos, sensores y accesorios para reducir los costos.
- Organizar e implementar sistemas de gestión basados en normas ISO.
- Asegurar que las tecnologías, productos y servicios fueran ecológicamente sostenibles.

Resultados seleccionados del ICINAZ en el siglo XXI

El período especial redujo las zafras y afectó la actividad científica, también afectó al ICINAZ ya sin la UEPN. A pesar de ello, se introdujeron nuevos productos, equipos, técnicas analíticas y sistemas de gestión de la calidad y se continuaron desarrollando investigaciones existentes que tuvieron impacto en el sector. A continuación, algunos de los resultados más significativos. ⁽⁸⁾

- Medición de calidad de la caña y pago por ella. Sistema basado en una fórmula adaptada a las condiciones cubanas (RPC) y aplicada en todos los centrales.
- Diseño de Sistema de Gestión de la Calidad acorde con la norma ISO que resolvió problemas que dificultaban el trabajo de las pequeñas y medianas bases cañeras.
- Eficiencia agroindustrial. Hacer diagnósticos y proponer medidas para reducir las pérdidas de azúcar a partir del conocimiento de la cosecha, desfase y frescura de la caña, la presencia de oligo y polisacáridos y la reología de los productos que incidían sobre ellas.
- Influencia de oligo y polisacáridos sobre eficiencia industrial. Se estableció causante del cristal alargado (oligosacáridos) y de alta viscosidad (polisacáridos).
- IFOPOLip®, nuevo inhibidor de enzimas hidrolasa y polimerasa de la caña o de microorganismos, formadores de oligo y polisacáridos, sin inhibir las transferasas.
- Separación de oligosacáridos. Método novedoso de extracción con hidroxapatita microencapsulada con núcleo de magnesita e identificación cromatográficamente.
- Diseño y evaluación de clarificadores Doble Celda y Guardián 90 con una cámara, bajo tiempo de residencia, flujo uniforme y mejor formación de flóculo, separación de insolubles, remoción de P_2O_5 y caída de color jugo mezclado-clarificado.

- Tecnología en emulsión invertida para obtención de flocculantes aniónicos y catiónicos.
 - Tratamiento magnético de fluidos. Fueron instalados 1 000 magnetizadores de diseño propio, con imanes de ferrita anisotrópica y neodimio para tuberías de agua y jugo de varios países, con menos incrustaciones, consumo de productos y ciclos entre limpiezas más largos.
 - Tacho continuo para masas finales que mejoró estabilidad de cocción, cristalización y centrifugación sin afectar pureza de miel final, ahorrando vapor y volumen de equipos.
 - Calderas Reto de 60, 80 y 120 t/h, desarrolladas por EDIMEC y completadas en ICINAZ. Mejoraron uso eficiente del agua e incrementaron capacidad de generación de vapor. Se fabricaron más de 100 calderas que trabajaron eficientemente.
 - Calderas de calor de 5 t/h con biomasa para hoteles, hospitales y pequeñas industrias. Se fabricaron varias unidades evaluadas satisfactoriamente en producción.
 - Quimización. Saber qué producto añadir, cuándo, cómo, costo y para qué. Si el jugo primario se encontraba contaminado, mejorar cosecha y tratar la caña con IFOPOL. Si era el jugo mezclado, desinfectar tándem. Si el problema seguía, actuar sobre efecto en mieles y masas cocidas con tensoactivos y si seguía, eliminar dextrana con enzimas.
 - *Software*. Nuevos programas y saber cómo aplicarlos como Simfad que modelaba 7 áreas del proceso azucarero y Daflex que calculaba y evaluaba balances de masa y energía, costos por área y producto, y cantidad a almacenar y comprar de cada materia prima.
 - Soportes para microorganismos modificados genéticamente e inmovilizados en colaboración con el CIGB, con mayor actividad y rendimiento para invertir sacarosa y convertirla en fructo-oligosacáridos (FOS) de mayor valor añadido.
 - Fructo-oligosacáridos. Proceso que utilizaba la separación cromatográfica de la planta de sorbitol y elevaba su pureza al 95 % para utilizarlos como aditivo prebiótico de alimentos.
 - Octosulfato de sacarosa (Sucralfato). Nuevo método de síntesis con ultrasonido y otro solvente que mejoraba existentes y facilitaba separación con alto rendimiento y pureza. Utilizado para tratar úlceras. Satisfizo requerimientos de Farmacopea de EE.UU.
 - El Centro Nacional de Gestión del Medio Ambiente (CENGMA) creado en el 2005 para realizar diagnósticos ambientales, según NC ISO 14001, impartía cursos, talleres y entrenamientos en función de mejorar las prácticas de laboratorio y producciones más limpias.
 - Laboratorio de agua y residuales (LAGUAZUR) acreditado en 2015 (NC ISO/IEC 17025:2006) para medir y certificar calidad de agua y residuales (ISO 10523:2008).
 - Laboratorio certificado de ensayo y calibración de alimentos (LEYCAL) evaluaba calidad de azúcar y miel, calibraba la cristalería, tubos de polarizar, placas de cuarzo y celdas conductimétricas. Referente en litigios entre productores y vendedores locales y externos. Colaboraba con ICUMSA e implementaba sus normas
 - Manual de técnicas analíticas del laboratorio azucarero con segunda versión actualizada y enriquecida para azúcar crudo, blanco y alcohol y acorde a los postulados de ICUMSA y normas ISO.
 - Normas Ramales y Nacionales de azúcar crudo, blanco y miel, para exportación, consumo industrial y directo, aprobadas por el Comité Técnico Nacional.
 - Métodos de ensayo para medir calidad de caña y productos azucareros, validar los del ICUMSA y sustituir acetato de plomo y cloruro de mercurio que liberó del contacto con sustancias de toxicidad acumulativa.
 - Manuales de organización para los laboratorios e industria azucarera (con 13 capítulos que abarcaban toda la actividad) basados en normas ISO.
 - Manual de estadística aplicada a ensayos de aptitud, con programas originales que permitieron evaluar sistemáticamente la competencia de laboratorios y analistas, registrarla, identificar tendencias y elaborar estrategias y acciones de mejoras.
 - Capacidad para servicios de gestión de calidad, medioambiente, inocuidad y mantenimiento, para realizar auditorías y formar auditores, así como impartir cursos y entrenamientos contratados por instituciones del MINAZ y externas al mismo.
- En el siglo XXI el ICINAZ se integró a la cooperación con la República Bolivariana de Venezuela en temas azucareros, participando en el diagnóstico y elaboración del programa de su desarrollo junto con ICIDCA e INICA, en el que centró la tarea de capacitación.
- El ICINAZ en esta etapa siguió brindando los mismos servicios técnicos especializados a la industria, enriquecidos con el personal y las Estaciones Territoriales de la EDIMEC.

La desaparición de la UEPN (2002-2006)

Durante el período especial los ingresos del azúcar salvaron al país, pero limitaron el desarrollo del MINAZ. La pro-

ducción de azúcar en el 2002 se redujo en 50 %. Era como si la mitad de los centrales estuviesen parados. Así surgió la tarea Álvaro Reynoso cuyo objetivo fue reducir el número de empresas a la mitad. ⁽⁹⁾ Como parte de ello, la Resolución 93/2001 del MINAZ convirtió a la UEPN en el CAI Pablo Noriega y lo adscribió de nuevo a la producción, aunque solo trabajó 1 año más. Definitivamente, se desactivó oficialmente en el 2006.

La desaparición (integración) del ICINAZ (2010)

Por otro lado, la nueva magnitud de la industria no fundamentaba mantener al ICINAZ como una institución independiente. La Resolución 187/2010 del MINAZ incorporó la actividad que desarrollaba el ICINAZ al ICIDCA. El ICINAZ retornó a su origen, renaciendo la DIAZ, que dirigió el último director del ICINAZ. En ese momento el ICIDCA abarcaba toda el área industrial del MINAZ con las actividades del ICINAZ, EDIMEC y Cuba 9 incorporadas (la planta productora de Cuba 9 se había transferido a la Empresa de la Química del Ministerio de Industrias). Acorde con esto, el ICIDCA incrementó sus objetivos de trabajo ya que, además de ser el Centro de I+D+i de toda la industria azucarera y de derivados, asimiló también los servicios a las mismas que brindaba el ICINAZ. La fusión se realizó sin afectar, en principio el potencial científico y técnico existente y persiguiendo los siguientes objetivos:

- Incrementar el nivel de autofinanciamiento y reducir un tercio los gastos corrientes.
- Optimizar tecnologías y equipos existentes y desarrollar nuevos.
- Optimizar integración de producción de azúcar con la de derivados.
- Optimizar uso de energía renovable y de soluciones técnicas amigables con el medio ambiente.
- Ejecutar proyectos de I+D+i que respondieran a necesidades a corto y mediano plazo, y que generasen nuevos conocimientos.
- Fabricar y comercializar productos de alto valor agregado como bioproductos para la agricultura, salud humana y animal.
- Implementar sistemas de aseguramiento de calidad.
- Brindar servicios técnicos para incrementar la eficiencia industrial.

Así, en el 2010 concluyó su vida el Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras, después de 37 años de labor, 25 de ellos con la Unidad Experimental Pablo Noriega subordinada, como parte de una Unión de Investigación-Producción, la primera experiencia cubana de este tipo de organización.

Pero esa experiencia no quedó en vano y varias instituciones creadas posteriormente asimilaron la necesidad de trabajar a ciclo completo, crearse facilidades de ingeniería, evaluación técnico-económica y producción. BioCubaFarma y dentro de ella el CIGB, por ejemplo, son exponentes claros de estos conceptos. ⁽¹⁰⁾

Simultáneamente, la ciencia ha seguido organizándose. La creación de un sistema de ciencia, tecnología e innovación y de un sistema para el otorgamiento de las categorías científicas y tecnológicas han sido una prueba de ello. ^(11,12) También se ha fortalecido extraordinariamente el papel de las universidades dentro del sistema. ⁽¹³⁾ Esto ha sido apoyado por un número creciente de investigadores, pues en los 30 años que van de 1991 al 2020 se han categorizado 1740 investigadores titulares y 4800 investigadores auxiliares. ¹

Conclusiones

Desde 1963 existían institutos de investigación en caña y en derivados, pero no para la industria azucarera, a pesar de su magnitud, por lo que el ICINAZ debería de haberse creado antes de 1973 y no solo como consecuencia del análisis de la zafra de 1970.

La creación del ICINAZ con estructura de Unión de Investigación-Producción y una fábrica de azúcar adscrita fue una experiencia positiva utilizada por otras instituciones pues los resultados evaluados en laboratorios, plantas piloto y producción podían generalizarse directamente a la industria.

Los resultados del ICINAZ convirtieron a la UEPN en el mejor central del país, pues era el primero en introducirlos.

El listado de los nuevos equipos, tecnologías y productos obtenidos por el ICINAZ durante su existencia ha podido aportar ideas para actualizar algunos de ellos.

El redimensionamiento del sector como consecuencia del período especial provocó reasignar la UEPN a producción, trasladar el ICINAZ al IPROYAZ y definitivamente en el 2010 reincorporarlo al ICIDCA, desapareciendo como institución 37 años después de haber sido creado.

Se cumplió el objetivo de rescatar parte del patrimonio azucarero, contado por sus participantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lodos J. El desarrollo de la Química y la Tecnología Química en la Industria Azucarera Cubana. Encuentro con la Química [Internet]. 2015, 1(1): 32-36. Disponible en: https://encuentroquimica.files.wordpress.com/2021/05/encuentro_con_la_quimica_vol1_no1.pdf
2. Argudín O. y Casanova E. Estudio preliminar sobre 22 años de revolución en las investigaciones azucareras. Cuba Azúcar [Internet]. 1983; 18(2): 3-9.
3. Lodos J, Pérez Rolo M. El desarrollo de la investigación. Las empresas de investigación-producción. Cuba Azúcar [Internet]. 1978; 13(3): 26-30.

4. Meyers F. (Editor). The Gilmore. Manual Azucarero de Cuba 1959. The Gilmore Publishing Co. New Orleans, USA. Impreso en Cuba por Molina S.A. 458 pp.
5. Vázquez J. ¿Por qué se es eficiente en la Unidad Experimental Pablo Noriega? Revista ATAC. 1979; 38(1): 14-19.
6. Gaceta Oficial de la República de Cuba [Internet]. Cuba: Ministerio de Justicia de Cuba; 2020. De las empresas de Alta Tecnología. Decreto No. 2 del Consejo de Ministros del 10 de enero del 2020; [433-437]. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-2-de-2020-de-consejo-de-ministros>
7. Gaceta Oficial de la República de Cuba [Internet]. Cuba: Ministerio de Justicia de Cuba; 2019. De los parques científicos y tecnológicos y de las empresas de ciencia y tecnología que funcionan como interface entre las universidades y entidades de ciencia, tecnología e innovación con las entidades productivas y de servicios. Decreto No. 363 del Consejo de Ministros del 6 de septiembre del 2019; [1923-1930]. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-363-de-2019-de-consejo-de-ministros>
8. Gálvez L, Lodos J, de los Ríos M. *et al.* Resultados de los institutos cubanos de investigación, desarrollo e innovación en las tecnologías sobre azúcar y derivados. Primera edición. La Habana, Cuba: Editorial ICIDCA; 2019.
9. Sáenz T, Rodríguez H, Labrada N, Iznard M. Caracterización de las principales etapas de desarrollo del sector azucarero de Cuba (Segunda Parte). Revista ATAC [Internet]. 2009; 70 (2):19-25. Disponible en: <https://www.actaf.co.cu/revistas/ATAC/ATAC1-2009/08caract-sectorazucarero.pdf>
10. Pruna PM. El período de la Revolución. En: Pruna PM. Historia de la Ciencia y la Tecnología en Cuba. Segunda edición. La Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica, Instituto Cubano del Libro; 2014. pp.192-228.
11. Gaceta Oficial de la República de Cuba [Internet]. Cuba: Ministerio de Justicia de Cuba; 2020. Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Decreto-Ley No. 7 del Consejo de Estado del 16 de abril del 2020; [2603-2614]. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-ley-7-de-2020-de-consejo-de-estado>
12. Gaceta Oficial de la República de Cuba [Internet]. Cuba: Ministerio de Justicia de Cuba; 2021. Sistema Nacional de Categorías científicas y tecnológicas. Resolución No. 208 del CITMA del 17 de agosto del 2021; [2630-2668]. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-208-de-2021-de-ministerio-de-ciencia-tecnologia-y-medio-ambiente>
13. Núñez Jover J. Comentarios sobre la función social de la ciencia y el papel de la universidad. Encuentro con la Química [Internet]. 2019; 5(1): 44-48. Disponible en: https://encuentroquimica.files.wordpress.com/2021/05/encuentro_con_la_quimica_vol5_no1.pdf

Recibido: 28/10/2021

Aprobado: 15/03/2022

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Financiación

Los autores declaran que no hubo financiamiento para desarrollar la investigación.

Cómo citar este artículo

Lodos Fernández JT, Caballero Núñez A. Creación, resultados y desaparición del ICINAZ (1973-2011). AnAcadCienc Cuba [internet] 2022 [citado en día, mes y año]; 12(3): e1164. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1164>

Notas al final

¹ La cifra de investigadores categorizados entre los años 1991 y 2020 la suministró Jorge Tomás Lodos Fernández, de su archivo personal.

