

Titulo: Una revisión de las investigaciones en la industria de la caña de azúcar reportados en la revista Centroazúcar del 2000 al 2008.

A review of research in the industry of sugar cane Centroazúcar reported in the journal from 2000 to 2008...

Realizado por: Lic. Teresa Castellanos Valdés, MSc .Layanis Mesa Garriga, Dr.Sc. Erenio González Suarez, Dra. María T. Hernández Nodarse.

Resumen:

En el trabajo se realiza una discusión de todos los trabajos que sobre las producciones industrial del azúcar de caña y otros derivados, se publicaron en la Revista CentroAzucar en el período 2000-08. Se incluyen en el análisis un total de 472 artículos científicos, de los cuales 68 están dedicados a las producciones de azúcar de caña, 28, a la producción de etanol, y 114 a otros Derivados. Se destaca el énfasis que se ha puesto en las investigaciones sobre la Maquinaria Azucarera con 84 y en particular sobre las actividades de soldadura con 33 artículos publicados en el período analizado. También a los problemas energéticos y Medioambientales se dedican publicaciones con un total de 53 y 22 respectivamente. Finalmente se extraen conclusiones para el trabajo futuro.

Palabras claves: caña de azúcar, producción de azúcar, energía, derivados de caña de azúcar.

Summary:

In this work is realized a discussion of all papers that the sugar cane production and other products derivates of sugar cane, that were publicize in the Centroazucar Review through 2000-2008 period. It is included one total of 472 scientific papers, 68 concerning the sugar cane productions, 28 with reference to de ethanol productions and 114 about other derivers' products of sugar cane. It is significant, the emphasis that it is made in the scientifically investigations concerning sugar machines with 84 Scientifics article and about welding activity with 33 articles publicities in the analyzing time. Also, there are contributing publications about the ener-

getic and environmental problems with a total of 53 and 22 respectability. Finally, conclusions are elaborated for future occupation.

Key words: sugar cane, sugar production, energy, derives of sugar cane

Introducción:

El objetivo de toda investigación científica, debe ser la contribución a las soluciones tecnológicas que permitan instrumentar industrialmente las alternativas para solucionar las demandas del desarrollo poblacional o la creación de fondos exportables que contribuyan a la economía nacional. Así las cosas, las publicaciones científicas nos indican el nivel de aporte de soluciones en mayor o menor medida aplicables a las empresas de la economía nacional y con ello determinar la brecha que existe entre el nivel de generación de conocimientos y tecnologías y la capacidad tecnológica instalada. Una comparación con las publicaciones en revistas nacionales, permite plantearnos una estimación de la brecha tecnológica entre los conocimientos de los centros de generación de conocimientos nacionales y las tecnologías instaladas en el país. Con ese objetivo se reporta en este trabajo una caracterización de los aspectos resultantes de un análisis de las publicaciones en la revista Centro Azúcar entre los años 2000 y el 2008.

Análisis del contenido de los artículos publicados.

En el periodo analizado se reportaron 472 artículos científicos vinculados a los procesos fabriles de las instalaciones de las industrias de la caña azúcar, de ello 68 dedicados a temáticas de la producción de azúcar, 114 en lo referente a los derivados de la caña de azúcar que no sean etanol, 84 vinculados a la Maquinaria de la industria de la caña de azúcar, 53 referidos a los problemas energéticos, 23 a los económicos y 22 a los aspectos medio ambientales. Los asuntos más importantes en cada una de estas temáticas fueron los siguientes:

2.1. Producción y extracción de Azúcar. Sobre el proceso tecnológico global de producción de azúcar han sido reportados trabajos sobre el control estadístico de procesos y el diseño experimental, herramientas para la mejora de la calidad en la extracción del proceso industrial azucarero, la modelación matemática de la calidad de los productos en el proceso azucarero el Manejo distribuido de datos para facilitar el control de calidad en la producción de azúcar crudo de caña,

la aplicación de la incertidumbre de las mediciones en la regulación y control de los procesos de fabricación de azúcar, la aplicación del método Monte Carlo en la estimación de la incertidumbre de mediciones en centrales azucareros y los avances en la utilización de los índices de exactitud y estabilidad en las operaciones del proceso de producción de azúcar como indicadores del estado técnico de las instalaciones, considerando la influencia del muestreo en los resultados del balance de masa y energía en las fábricas de azúcar, todos dirigidos al incremento del control operacional del proceso industrial lo que contribuye sin dudas a la evaluación de la calidad del proceso de producción de azúcar crudo que se reporta considerando la utilización de la herramienta análisis de capacidad del proceso, así como con la intervención organizacional con incidencia en la mejora de la calidad del proceso industrial azucarero, lo que se incluye entre los estudios del procedimiento general para el desarrollo e implementación de modelos de gestión por competencias para departamentos de fabricación de azúcar que es referido como un aspecto de importancia en el procedimiento para la ejecución del control por escenarios del proceso industrial cubano de la caña de azúcar, como en es el caso de la empresa azucarera “Melanio Hernández”.

En lo referente a la Cristalización, se abordaron temas como la utilización de métodos de análisis dimensional para la obtención de modelos matemáticos del agotamiento en cristalizadores por enfriamiento, lo que sin duda es un importante aspecto para la descripción matemática del proceso de transferencia de masa de la cristalización por enfriamiento en la industria azucarera, que fue otro tema también abordado (referido) entre los trabajos publicados, y que es sin duda en requerimiento para el control predictivo basado en el modelo del proceso de cristalización de la sacarosa que se incluye como requisito para la utilización de la cristalización de azúcar por enfriamiento para producir cristal dorado de alta calidad. Son además aspectos referidos en la literatura consultada la Evaluación de un prototipo de cristizador para agotamiento en la industria azucarera y el Estudio, simulación y control de la etapa de cristalización por enfriamiento de la Planta Piloto “José Martí”. Un aspecto que se refiere poco es el de la tecnología

de cristalización continua de azúcar por enfriamiento y ensayos en microplanta.

Los sistemas de masas cocidas y el agotamiento de las mieles en las condiciones actuales de materias primas fueron reportados mediante el estudio de optimización y control automático de la etapa de cocción de masas cocidas de primera, bajo los enfoques de la teoría de control optimizante, que fue fundamentado en la metodología para la aplicación del control del proceso de cocción de masas cocidas de primera a partir de la modelación fenomenológica. Adicionalmente, se reportó el enfoque de red orientada a eventos en la síntesis de esquemas de cocción para la fabricación de azúcar, incluido el sistema de dos masas cocidas de agotamiento para la operación de las salas de tachos de crudos en centrales azucareros y un estudio de la evaluación del proceso de agotamiento en el Cai Héctor Molina. Se reporta además un sistema para la planificación de operaciones en el área de tachos de un ingenio azucarero.

La clarificación y Purificación de productos azucarados se estudio mediante separación con membranas, así como el efecto del mezclador de vapor de soluciones azucaradas: una eficiente tecnología de purificación para la industria azucarera cubana y como un tema de especial la influencia de la composición de los jugos de caña sobre la eficiencia de los procesos industriales y dentro de ello la influencia de la caña integral en la etapa de purificación en una molida a escala de laboratorio. Son reportados además, los estudios de Comportamiento de la viscosidad de la disolución mucilaginoso de cadillo triumpheta empleada en la clarificación de jugos de caña y bentonita natural como agente clarificante para la purificación de jugos. Estudios se han realizado sobre jugos modélicos y experimentos sulfitados y alcalizados con diferentes alcalizantes. La solubilidad de la sacarosa en presencia de materias extrañas de caña integral y los beneficios del tratamiento magnético en la industria azucarera son otros aspectos tratados, así como el tratamiento magnético en la clarificación de licores crudos de refineries de azúcar y el estudio de la extracción de los jugos secundarios en la refinaria del central Argentina. r etanol u otros biocombustibles. La producción de biodiesel a partir

de un residuo de la industria azucarera: la cachaza y la aplicación del análisis de procesos en la reconversión de instalaciones en la industria con la incorporación de la producción de biocombustibles a partir de la caña de azúcar.

Estudios específicos se han realizado sobre la producción de Etanol que incluyen una visión integradora de procesos en la Producción de etanol y biomasa de levadura a partir de jugos de cañas energéticas, el estudio comparativo sobre posibilidades para la producción de alcohol, así mismo se han reforzado los aspectos concretos de la tecnología tradicional de producción de etanol en lo referente al análisis térmico de una columna de destilación de alcohol técnico D, Otro tema tratado fue el modelado borroso de una fermentación alcohólica a partir de la *Zymomonas mobilis*1 y la conservación de las mieles para la fermentación alcohólica, y alternativas de la combinación de sustratos para la misma fermentación, así como el estudio de la miel B como fuente de carbohidratos para la fermentación alcohólica.

En los números mas recientes se reporta un aspecto de interés prospectivo que en varios trabajos en lo referido al estado del arte y avances en la producción de etanol a partir de residuos lignocelulósicos, la hidrólisis del bagazo con ácido sulfúrico concentrado para la obtención de etanol y alternativas tecnológicas para la etapa de destilación en la obtención de bioetanol a partir de bagazo.

Otros productos derivados de etanol se reportan en comportamiento cinético del proceso de añejamiento de algunas materias primas usadas en la formulación del ron Mulata, primeros estudios sobre la obtención de alcohol orgánico o ecológico, y un modelo heterogéneo de un reactor para producir energía a partir de etanol obtenido de la caña de azúcar.

Biomasa proteica *Torula*. La obtención de biomasa proteica ha dado lugar a varias

investigaciones encaminadas tanto a la producción mas tradicional considerando el diseño de enrejado simple y su aplicación en la obtención de un cultivo mixto de levaduras en la producción de biomasa proteica, así como la aplicación de la teoría de la incertidumbre en el análisis del proceso de producción de levadura torula en el complejo agro industrial azucarero "Perucho Figueredo" y estudios mas recientes y avanzados sobre el proceso de fermentación de la tecnología simplificada de producción de biomasa proteica por escalado inverso del biorreactor de una planta industrial con vistas a la composición nutritiva de la biomasa proteica (biopranal) obtenida con tecnología simplificada y su efecto probiótico que da lugar a una tecnología simplificada de producción de biomasa proteica, en cualquier caso es de interés la metodología de cálculo para el estudio termodinámico de las instalaciones de secado del proceso de fabricación de levadura torula.

En la industria de pulpa y papel se reflejan los estudios realizados sobre la selección de alternativas y variables de integración energética entre un ingenio azucarero y una fábrica de papel, la contribución al proceso de refinación de la pulpa de bagazo y en específico a la refinación de la pulpa organosolv de bagazo para la producción de papel corrugado en Cuba. Así mismo son objeto de estudio la Modelación y simulación de la etapa de cocción de bagazo con etanol en un digestor continuo Pandia, la estimación de la difusividad de la lignina en la cocción de bagazo con etanol y la estrategia experimental de aplicación de fosfonatos en el pulpado kraft y blanqueos tcf y ecf.

En cuanto a la obtención de cera se han reportado estudios sobre la pureza del jugo clarificado de caña de azúcar y la composición de la cera cruda, en dependencia del método de purificación que se utilice en el central azucarero. La incidencia de la temperatura y la composición sobre las características reológicas de la cera-resina y cera refinada de caña de azúcar, el escalado del proceso de decoloración de la cera dura de caña de azúcar por vía química empleando hipoclorito de sodio. La caracterización de una emulsión obtenida con cera de caña y agua usando una solución de jabones de ácidos grasos como agente emulsificante, así como aspectos referidos a la decoloración de la cera dura de caña de azúcar por vía física con carbón activado

y con bentonita técnica, se reportan además aplicaciones de la cera en emulsiones cera-agua para la fabricación de tableros de bagazo y determinación de las condiciones de mezclado para obtener una emulsión de cera de caña y agua con la optimización de sus componentes.

Otros productos: En la fabricación de otros productos derivados se ha publicado sobre la validación de procesos de fabricación de ingredientes farmacéuticos activos, la selección de herramientas de la calidad para el control del proceso de fabricación de ingredientes farmacéuticos activos, la obtención de una tecnología armónica y racional para la producción de compuestos bioactivos a partir de residuos de la caña de azúcar, la optimización del proceso de síntesis. También en lo referente a la demanda para el producto ácido cítrico en la región central de Cuba, el estudio cinético bajo condiciones isotérmicas de la gasificación de residuos fibrosos de la industria azucarera, el diseño de una planta de producción de inóculo para el enriquecimiento proteico, la utilización de paja de caña combinada con otro sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, la producción continua de fructo-oligosacáridos a partir de sacarosa utilizando la *Levanasaccharasa* de *gluconacetobacter diazotrophicus* inmovilizada en tres soportes y la determinación de las constantes mooney-rivlin a través de datos experimentales, de materiales elastoméricos para la industria azucarera. **1.2.**

La maquinaria azucarera debe garantizar la disponibilidad de las instalaciones industriales de las producciones de azúcar y otros derivados, por lo que es lógico que se reporten estudios sobre procedimientos para el análisis de la indisponibilidad en la industria azucarera, estudios comparativos de la fiabilidad operacional de las áreas de generación de vapor y molinos, específicamente sobre la reparación de partes y piezas de repuesto se reportan la expresión general para el cálculo del setting mínimo en las mazas de los molinos cañeros con rayado diferencial, la recuperación de árboles cigüeñales de motores de combustión interna, el análisis matricial de árboles de sección variable por el método de los desplazamientos, el análisis de la influencia de los desplazamientos en la capacidad portante de los engranajes cilíndricos a flexión, y la recuperación de canastos de centrifugas mediante

el método de los elementos finitos, la caracterización del material que se utiliza para fabricar las tablillas para transportadores cañeros, las fundiciones aleadas para piezas de repuesto, la elaboración de tecnologías de maquinado con el auxilio de computadora, la recuperación de elementos de precisión de motores Diesel con sulfoborado.

Un equipo de gran interés en la industria de la caña de azúcar, son los molinos sobre los cuales se ha publicado el cálculo de la desalineación total de los molinos de caña, la influencia del desplazamiento en la lubricación de engranajes cilíndricos de alto módulo, la determinación de la rigidez de los dientes de las coronas de molinos, se incluye además el análisis de la factibilidad económica de una solución integral para la mayor duración de las coronas de molinos y las cuchillas así como premisas para su mecanizado y una expresión general para el cálculo del setting mínimo en las mazas de los molinos cañeros con rayado diferencial y la caracterización de semiproductos utilizados para guijos de molinos de caña.

Cuando se habla de las soldaduras para la reparación y mantenimiento de la maquinaria azucarera se han hecho estudios sobre un fundente al manganeso para la soldadura por arco sumergido de domos de calderas de centrales azucareros, propuesta tecnológica para la intensificación del proceso de soldadura, la evaluación de la capacidad de soportar el impacto de depósitos de soldadura tipo Hadfield obtenidos a partir de electrodos de soldadura en la fabricación de domos de paredes gruesas para calderas de vapor, el desarrollo de un fundente con el uso de escorias de soldadura ricas en manganeso, las ventajas del empleo de la soldadura por arco sumergido para el reacondicionamiento de guijos fracturados, la influencia del manganeso en la reducción del agrietamiento del metal depositado en la soldadura de hierro fundido gris con electrodos tubulares revestidos, la determinación de tensiones residuales de primer género de depósitos soldados de acero austenítico al manganeso, sobre las modificaciones en las fuentes de soldadura para la recuperación de guijos, así como otros estudios para la fabricación de materiales de soldar que incluye el electrodo tubular revestido para la reparación de piezas sometidas a desgaste abrasivo en el sector azucarero, así como análisis de factibilidad

económica financiera para la producción de un fundente de soldadura aplicable en el sector azucarero, el asistente deductivo de materiales de aporte para la soldadura de aceros en la industria azucarera, aquí ha sido de interés el aseguramiento y gestión de la calidad para las producciones soldadas de recipientes a presión y calderas de vapor y el diseño y análisis de experimento con mixturas para obtener cargas aleantes para consumibles de soldaduras en la recuperación de piezas y la homologación de fundente al manganeso para su aplicación en la soldadura bajo arco sumergido, la evaluación de depósitos de electrodos tubulares cisl con vistas al recargue de cuchillas cañeras, así como la determinación de la influencia de la corriente de soldadura sobre los parámetros de consumo de electrodos tubulares para recargue de piezas de la industria del azúcar.

Aspectos de interés general para incrementar la fiabilidad y disponibilidad de la maquinaria azucarera han sido objeto de estudios, como son los referentes a Modificaciones de las máquinas de vapor para aumentar su presión y temperatura de trabajo, el análisis estructural de cilindros de paredes delgadas sometidos a presión, el método para la selección de perfiles usados en las turbo máquinas, la clinoptilolita* cubana como relleno reforzante en recubrimientos para rodillos de la industria azucarera, el aseguramiento de la verificación con calibres limitadores de las piezas para la reparación de centrales azucareros, la optimización de la relación de los diámetros del cuerpo de los cilindros oleohidráulicos, la recuperación de materiales pétreos en el proceso de redimensionamiento de la agro industria azucarera cubana, la optimización del diseño de la cuchilla central y de engranajes cilíndricos de dientes rectos exteriores de un ingenio azucarero utilizando el método de los elementos finitos, los abacos para la utilización de los perfiles de acero conformados en frío la y en el análisis del sistema de transportación de sólidos en la industria azucarera, la propuesta de procedimiento para la selección de proveedores de actividades de mantenimiento del equipamiento productivo de los centrales azucareros y la consideración de la incertidumbre y efectividad del control con calibres en la industria azucarera, también se ha investigado sobre la optimización tricriterial de la relación de los diámetros del cuerpo de los cilindros

Oleohidráulicos, el estudio de hierro aleado resistente al desgaste para las paletas de mezcladoras de arena de fundición, el perfeccionamiento del cálculo de las transmisiones por tornillo sin fin a las tensiones de contacto, la aplicación de los sistemas basados en el conocimiento al diseño y descifrado de reductores de ciclo.

Temas de reflejados han sido además la caracterización tribológica de aleaciones grises para la fabricación de camisas de motores de tractores, la influencia del material base en las propiedades físico-mecánicas de recubrimientos para rodillos de la industria azucarera, considerando la caracterización del bruñido por rodillo en la elaboración del acabado superficial de piezas. Se ha estudiado la relación entre el diseño geométrico y la transferencia de calor en equipos y entre los parámetros de funcionamiento y el índice consumo en transportadores de tablillas, el diseño de moldes y tecnología para la fabricación de engranajes plásticos de dientes rectos asimétricos, el análisis matricial de árboles de sección variable por el método de los desplazamientos y las principales fallas

en las transmisiones por engranajes, todo lo cual se puede enmarcar en una adecuada propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros.

Las investigaciones sobre los equipos de generación de vapor y energía incluyeron la caracterización del material del tubo de fuego de una caldera de vapor pirotubular con 20 años de servicio, el procedimiento para el análisis de la integridad estructural de calderas de vapor, la evaluación de los defectos en planchas laminadas de acero utilizadas en la fabricación de domos para calderas, el análisis de regresión en turbogeneradores, así como, el estudio del efecto de la magnetización en la fiabilidad de la operación del generador de vapor de la industria azucarera.

1.2. Generación y uso de la energía. Los estudios energéticos en la industria de la caña de azúcar, han tenido una atención especial y se destacan entre otros trabajos reportados en las publicaciones referentes a las mediciones y posibilidades energéticas de la molienda de caña integral, el consumo de potencia en el tándem” que son

parte de la valoración energética de algunos accionamientos industriales y de la consideración de los índices del trabajo energético en centrales azucareros, que tiene especial importancia en la gestión energética y en su comparación con las concepciones y resultados energéticos de la industria azucarera de otros países. Trabajos de gran aplicación e impacto en la comprensión de las posibilidades reales en el mundo empresarial son las caracterizaciones y posibilidades de ahorro energético de varias empresas azucareras en las que se incluyen entre otros estudios la determinación de la influencia de la operación del área de fabricación en la eficiencia energética de la industria azucarera, así como los estudios energético para el desarrollo de una planta de cogeneración en la industria azucarera, con investigaciones sobre el costo de la energía eléctrica obtenida por cogeneración en centrales azucareros todo apoyado en soluciones de bajo costo para elevar la eficiencia energética en los mismos y la optimización de la operación anual de una planta de cogeneración con bagazo.

La búsqueda de la eficiencia energética se explorado también con investigaciones vinculadas a los problemas eléctricos, como han sido, la reparación de motores asincrónicos para lograr eficiencia energética, la determinación del ahorro energético en la entrega de electricidad al SEN por fábricas de azúcar.

Los equipos de generación de vapor han recibido también especial atención en las investigaciones realizadas, tanto desde el punto de vista de su conservación como equipo como desde el punto de vista de optimizar su operación y en la búsqueda de fuentes alternativas de combustibles, tales como la evaluación del bagazo integral y de variedades de caña como combustibles, donde la ecuación para calcular el diámetro aerodinámico equivalente de las partículas de bagazo es de utilidad, así también como el incremento de la eficiencia energética por el uso de la magnetización en las aguas de alimentación a generadores de vapor en la industria azucarera, la combinación de combustibles en sistemas de co-combustión para procesos energéticamente integrados y la optimización exergoeconómica de la producción de aire caliente en calderas bagaceras. Otras alternativas de sustentabilidad energética de la industria de la caña de azúcar, se ha analizado partiendo de los índices correspondientes y estudios

tales como la evaluación de la exergía del producto sólido obtenido por la pirólisis del marabú y el bagazo de caña de azúcar, y de la gasificación de biomasa en lecho fluorizado, así como de la producción de biogás.

2.5 .Económico

En el ámbito económico se ha publicado sobre la gestión de proyectos, en lo que es especialmente significativo la creación de capacidades gerenciales en los procesos de transferencia tecnológica y el redimensionado empresarial y con nuevos enfoques de gestión en la agroindustria azucarera, aspecto en lo cual, como se ha reportado debe considerarse la gerencia de conocimientos para el uso de la biomasa como fuente de productos químicos y energía, para lo cual la evaluación multilateral de tecnologías en los estudios inversionistas para la renovación de instalaciones industriales de procesos químicos y fermentativos es una valiosa herramienta en la evaluación de la incertidumbre económica en las inversiones de plantas químicas a partir de biomasa, incluyendo, por ello el análisis de sensibilidad y su aplicación en el proceso inversionista azucarero, debe considerar el proceso de formación de costos, la . aproximación a los conceptos básicos y teóricos de la exergoeconomía en un escenario suroenergético, para lo cual, se ha propuesto el método termoeconómico como herramienta para los análisis de factibilidad. Del mismo modo, se reportan estudios sobre el índice de prioridad del equipo con enfoque multicriterio para la búsqueda de oportunidades de inversión sobre el equipamiento productivo en empresas de apoyo, la aplicación del diseño robusto de Taguchi en el proceso inversionista de la industria azucarera, la determinación del costo exergoeconómico de calentadores de jugo y la evaluación multilateral de tecnologías en los estudios inversionistas para la renovación de instalaciones industriales de procesos químicos y fermentativos.

2.6. Medio Ambiente y Salud

No dejan de considerarse estudios referidos a aspectos relacionados con el medio ambiente como son la contaminación ambiental en la industria azucarera de Villa Clara, el consumo de agua como un problema energético y medio ambiental, lo que incide en la calidad del aire en instalaciones azucareras, la estrategia para la minimización del consumo de agua fresca en el proceso principal de

una fábrica de azúcar, así como en procesos auxiliares donde debe reflexionarse sobre los aspectos relacionados con la energía térmica y el medio ambiente como son los principales aspectos medioambientales y económicos de la cogeneración en la industria azucarera, que incluye el diagnóstico de las emisiones en un proyecto de cogeneración con bagazo, disminución de la contaminación ambiental mediante el control de la densidad del humo de escape de los motores Diesel, el humo de soldadura y sus efectos sobre la salud y seguridad de los soldadores. Por otro lado, la importancia de la caracterización de los residuales líquidos de los centrales azucareros para el diseño y explotación de plantas para su tratamiento, es un punto de partida que permite buscar la aplicación de propuestas para disminuir la acidez de las aguas residuales del CAI "Argentina". Las plantas acuáticas como alternativa para el tratamiento de residuales líquidos, el tratamiento de aguas residuales industriales con el uso de soportes de fijación celular.

Otro aspecto reportado de interés para garantizar la implementación de tecnologías más limpias en la industria de la caña de azúcar es sin dudas, la protección registral del medio ambiente en el desarrollo inversionista de la industria de la caña de azúcar, que debe incluirse en los sistema de procedimientos para la consideración de la incertidumbre en el desarrollo de tecnologías limpias que utilizan la biomasa como materia prima, con apoyo de indicadores de la contaminación en la fermentación alcohólica y las experiencias reportadas sobre el desarrollo de una tecnología más limpia en la producción de papel para ondular y en la estrategia para la generación de alternativas de tecnologías más limpias en procesos de producción de derivados como son el etanol y el furfural. Una revisión de la digestión anaerobia de las vinazas de destilerías de alcohol: limitaciones y perspectivas.

I. Conclusiones:

Las publicaciones científicas están proyectadas en primer término sobre las tecnologías de producción de azúcar y otros derivados de la caña de azúcar. Entre las tecnologías de derivados se hace énfasis en procesos tradicionales como son, los de etanol de mieles finales, pulpa y papel, obtención de cera , biomasa proteica y solo aparecen en el período algunas leves referencias a tecnologías emergentes como son las de etanol de residuos lignocelulósicos

y biodiesel de residuos de la producción de azúcar. Lo que demuestra que solo recientes esfuerzos investigativos se hace en nuevas tecnologías para productos de alto valor agregado.

Un esfuerzo investigativo se demuestra en las tecnologías para la conservación del estado técnico del equipamiento debido al elevado relativo número de publicaciones sobre maquinaria azucarera y construcciones soldadas.

Las publicaciones sobre el medio ambiente se dirigieron esencialmente a tratamientos finales del proceso y no al desarrollo de tecnologías más limpias, lo que demuestra que se está realizando un esfuerzo limitado en este campo de la ciencia y la técnica.

II. Bibliografía.

1. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2000
2. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2001
3. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2002
4. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2003
5. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2004
6. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2005
7. Revista Centro Azúcar números 1,2,3,4.
2006
8. Revista Centro Azúcar números 1,2, 3,4.
2007
9. Revista Centro Azúcar números 1, 2, 3,4.
2008