



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



16570-S

Distr. LIMITADA

ID/WG.471/1(SPEC.)

15 octubre 1987

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Original: ESPAÑOL

Reunión de un Grupo de Expertos de la  
Región de América Latina y el Caribe,  
en preparación de la Primera Consulta  
sobre la industria de elaboración de  
la caña de azúcar

Viena (Austria), 8 a 10 de diciembre de 1987

**LA DIVERSIFICACION DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA  
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE\***

Preparado por  
Herly Noa Silverio\*\*

---

\* Las opiniones que la autora expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento se reproduce sin haber pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

\*\* Directora del Programa de Diversificación, GEPLACEA (Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar), México, D.F., México.

## Introducción:

La agroindustria azucarera de caña se estableció en la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe desde la colonialización y a partir de entonces comienzan a enfrentarse estos países con las fluctuaciones de los precios del azúcar en el mercado internacional.

La industria azucarera de la región agrupa cerca de 650 fábricas con un valor superior a los U.S. \$ 15,000 millones. La producción aproximada es de 30 millones de toneladas de azúcar. El nivel tecnológico de las fábricas de azúcar marcha a la zaga del desarrollo existente en otras ramas industriales. Su obsolescencia técnica, el bajo nivel de mantenimiento y reposición y la particularidad existente en el uso de sus recursos energéticos, constituyen una reserva importante para incrementar la eficiencia y disminuir los costos.

La caña de azúcar ofrece enormes posibilidades de aprovechamiento integral mediante la industrialización de sus subproductos para la producción de derivados, con los cuales es posible solucionar algunos problemas que confrontan los países como la demanda de pulpa y papel, tabletes, alimentación animal, necesidades energéticas, obtención de fondos exportables y/o sustitución de importaciones.

En una estrategia de diversificación surgen a primera vista todas las posibilidades que ofrece la caña y las potencialidades aún no aprovechadas de los subproductos, cuestión ésta fundamental en un análisis de reconversión industrial.

Con una producción de 30 millones de toneladas de azúcar, la agroindustria azucarera de la región posee un volumen de subproductos capaz de ayudar a resolver las demandas de alimentos, portadores energéticos, pulpa y papel, productos aglomerados, resinas, plásticos y otros.

C U A D R O    N o .    1

SUBPRODUCTOS QUE PUEDEN OBTENERSE  
DE UNA PRODUCCION DE 30 TONELADAS DE AZUCAR

SUBPRODUCTOS	MILLONES DE TONELADAS
Bagazo 50° humedad	66
Miel Final 88° Brix	9
Cachaza (Torta de Filtro) 77% humedad	9
Hojas Verdes	25
Hojas Secas	22
Cogollo (Tallo Verde)	22

Fuente: GEPLACEA - 1986

En las cifras anteriores se puede apreciar que la región cuenta con una amplia base de materias primas para el desarrollo e industrialización de numerosos productos capaces de diversificar y ampliar la economía azucarera.

El presente trabajo, tiene como objetivo mostrar el desarrollo alcanza

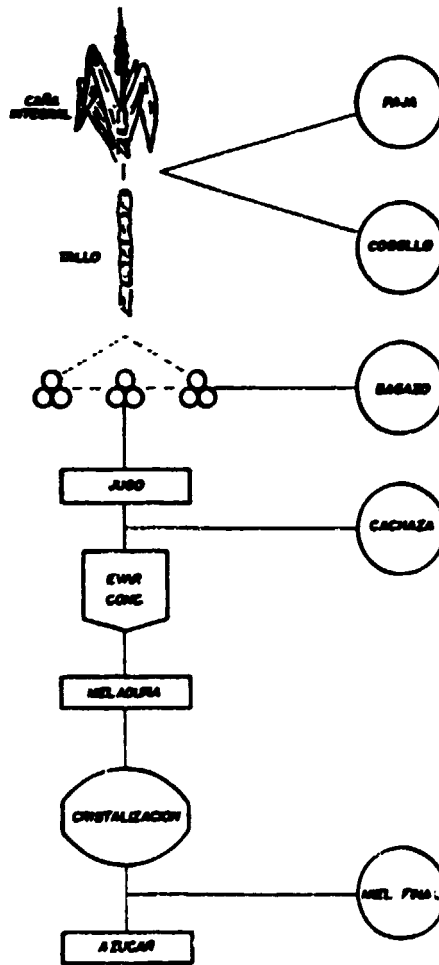
do por los derivados en la región, así como mostrar las posibilidades que ofrece la diversificación de la agroindustria azucarera.

1. Subproductos de la industria azucarera y derivados de la caña de azúcar.

En la producción de azúcar se obtienen diversos subproductos, los cuales se pueden agrupar según el lugar en que se obtienen, los que se originan durante la cosecha de la caña, compuestos por hojas verdes, secas, cogollo y pedazos de caña, llamados comúnmente residuos de la cosecha, y los que resultan del proceso industrial como las melazas y el bagazo y la torta de los filtros (cachaza).

FIGURA No. 1

SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

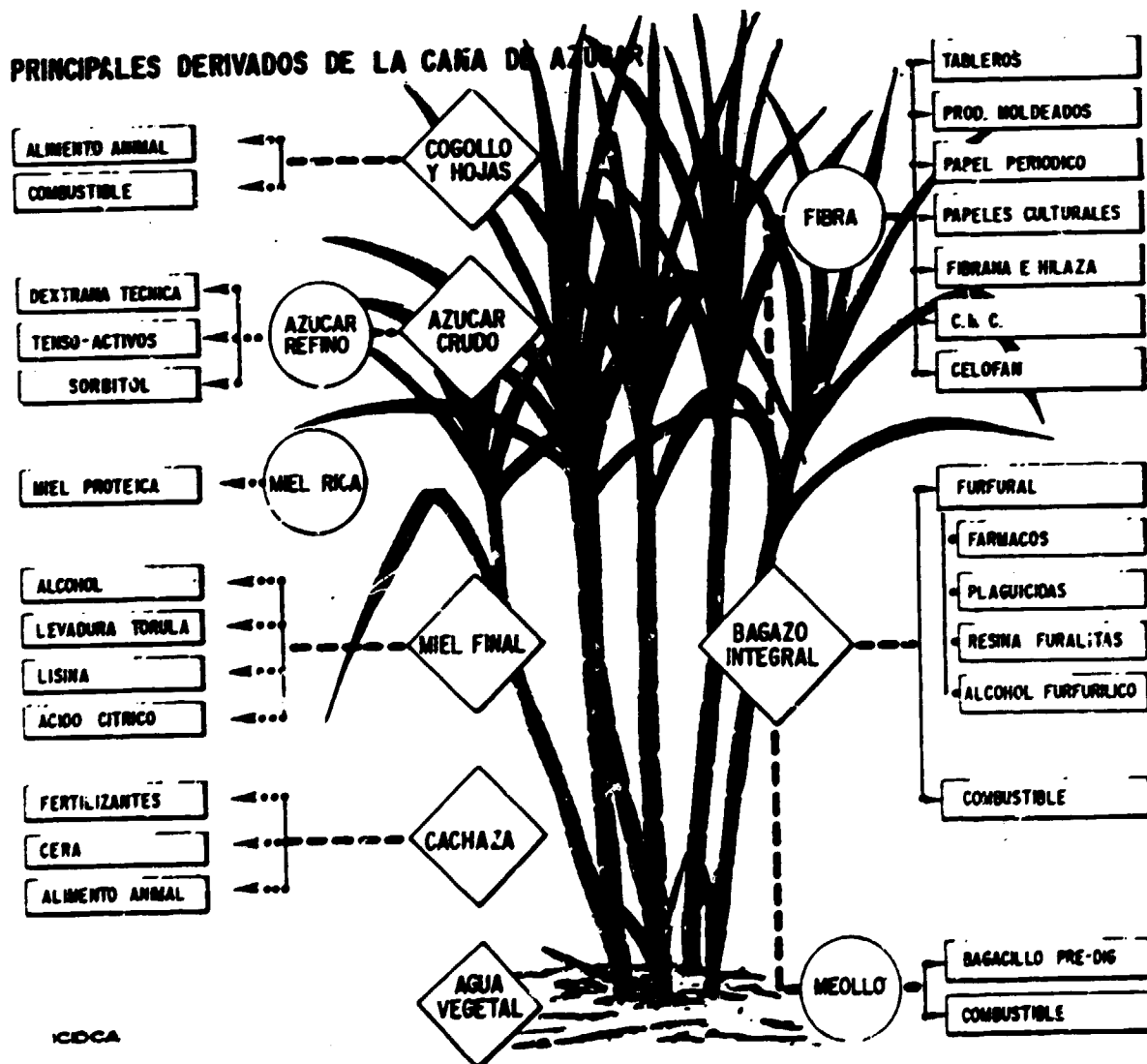


Se denominan derivados de la caña de azúcar a aquellos productos -- que se obtienen industrialmente a partir de los subproductos de la industria azucarera: por ejemplo, la miel es un subproducto, el alcohol y la levadura torula los derivados que se obtienen del subproducto miel.

En la Figura No. 2 (Elaborada por ICIDCA-MINAZ-Cuba), se muestran los subproductos de la industria azucarera, así como también los principales derivados de la caña de azúcar.

FIGURA No. 2

### PRINCIPALES DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR



La caña se compone básicamente de azúcar, fundamentalmente sacaro--sa y de carbohidratos estructurales de complejo lignocelulósico, --los cuales tienen características de utilización diferentes. A par--tir de los sacáridos de la caña de azúcar, mediante vía fermentati--va o química, se obtienen productos intermedios o finales con gran--des posibilidades de utilización en la rama agropecuaria, la indus--tria alimenticia, química, farmacéutica y otras. El compuesto li--gnocelulósico se compone básicamente de celulosa, lignina y pentosa--nos; a partir de ellos se pueden obtener celulosa y papel, tableros, combustible, electricidad y otros subproductos.

C U A D R O No. 2

COMPONENTES DE LA CAÑA DE AZUCAR EN POR CIENTO  
(Cifras Aproximadas)

	tallo	cogollo y hojas
Azúcares Sacarosa	15,43 (14,1)	2,18
Lignocelulosa	12,21	19,08
Ceniza	0,54	2,31
Grasa y Cera	0,34	0,77
Compuestos nitrogenados	0,48	1,66
Materia seca	29,00	26,00
Agua	71,00	74,00
TOTAL	100,00	100,00

Fuente: ICIDCA-MINAZ-Cuba. 1985



Los residuos de la cosecha son los subproductos de la industria que menor utilización han tenido aunque las cantidades en que se obtienen son muy numerosas.

En muchos países los residuos de la cosecha se queman en el campo por las dificultades que existen en el corte manual. Se aplican igualmente para la alimentación animal, aunque en la mayor parte de los casos se hace en forma espontánea. Se reportan algunas experiencias de utilización como combustible en Cuba y República Dominicana.

En los residuos de la cosecha se pueden apreciar dos componentes fundamentales: los verdes como el cogollo, los pedazos de caña y los fibrosos secos como la paja, hojas secas y otros. Los verdes se caracterizan por el contenido de jugos con azúcares y los secos por poseer además de una baja densidad, una geometría muy variable.

En general, los residuos de la cosecha tienen un alto contenido de fibras y pocas proteínas. Utilizando procesos fermentativos es posible mejorar el contenido protéico, así como también su valor nutritivo. La baja densidad de los residuos afecta su transportación, por lo que en algunos países se estudian métodos para dividir y compactar el material con el objetivo de mejorar su manipulación y disminuir los gastos por este concepto.

El empleo del bagazo es conocido en la región en la producción de una serie de derivados como la pulpa y el papel, los tableros, el furfural y en la generación de energía eléctrica, por lo que exis-

experiencia en su utilización industrial, almacenamiento y métodos de separación.

Debido a las características del bagazo, de ser un adecuado combustible y de utilizarse tradicionalmente como fuente de energía en las fábricas de azúcar, se establece una situación de competencia cuando se analiza el desarrollo de las industrias de derivados a partir de esa materia prima.

En la mayoría de los países que producen azúcar de caña se hace necesario utilizar todo el bagazo como combustible y en algunas ocasiones se emplean además cantidades importantes como combustible adicional.

El aprovechamiento del bagazo como materia prima en la industria de derivados requiere que se analice el tamaño de las centrales y su cercanía, la vinculación central-fábrica de derivados, los métodos de almacenamiento, transportación y desmedulado.

Cuando el bagazo se destina como materia prima en las plantas de pulpa, papel y tableros, se obtiene como consecuencia del desmolidamiento, un deshecho nombrado médula o meollo que en la mayor parte de los casos representa entre el 30 y el 40% del bagazo total. El meollo o médula puede emplearse para generar vapor, electricidad y en la alimentación animal.

En la región, las mieles o melazas se utilizan fundamentalmente para la producción de alcohol, levaduras, lisina, ácido cítrico y

alimentación animal. El principal problema que afecta la utilización de las melazas es su disponibilidad, ya que las mismas se venden a altos precios en el mercado internacional.

Las melazas pueden obtenerse directamente de la caña en forma de mieles ricas o mieles invertidas. También es posible en el proceso de producción de azúcar obtener mieles A o mieles B.

En la producción de alcohol y en algunos casos en la alimentación de animales se utiliza directamente el jugo de la caña. Estos procesos brindan la posibilidad de obtener bagazo sobrante.

La cachaza no ha tenido utilización de gran valor y por otro lado es necesaria su disposición como efluente de la industria. En muchos países de la región se le utiliza para el riego en los campos o canales de irrigación. Se emplea en forma concentrada en Cuba y Colombia en alimentación de bovinos y en cerdos. La producción de cera refinada de cachaza ofrece perspectivas debido a la diversidad de usos en adhesivos, recubrimiento de alimentos, frutas y artesanías, betunes, cosméticos, pulimentos y otros. Dentro de la región, Cuba posee una planta semindustrial, donde se obtiene cera refinada, aceite y resinas.

## 2. Análisis de la situación de la región.

Los países productores de azúcar de América Latina y el Caribe poseen una amplia base de materias primas para el desarrollo e industrialización de numerosos productos. La producción de derivados -

está íntimamente vinculada a la industria azucarera, debido no sólo a las cantidades de subproductos que se obtienen de la industria principal, sino por la economía de los nexos entre los procesos, por lo que es importante el tamaño de los centrales, la distancia entre ellos, el grado de modernización agrícola e industrial entre otros factores.

La disponibilidad de subproductos es el requisito determinante para la industrialización de los derivados ya que éstos se obtienen como una consecuencia lógica de la producción azucarera, por lo que existe incuestionablemente, una gran interrelación industria-subproductos.

Pueden citarse numerosos ejemplos de desarrollo de diferentes derivados en la región, aunque si se toma en cuenta la producción de azúcar y la de los subproductos que se obtienen como consecuencia lógica de la producción de éstos, existen todavía grandes posibilidades de industrialización de la caña y sus subproductos. En la industrialización de los derivados se observa que éstos y el azúcar no se consideran de conjunto dentro de un sector, analizándose aisladamente algunos de ellos sin tener en cuenta los beneficios que podría proporcionar un desarrollo integral.

En la mayor parte de los países, a excepción de Brasil donde la producción de alcohol y azúcar está íntimamente vinculada, tampoco existe una concepción integrada azúcar-derivados. Generalmente las centrales venden el bagazo y las mieles, ignorando los productores de azúcar, los beneficios de la industrialización de éstos.

Para el análisis del desarrollo alcanzado por los derivados en la región, se definirán cuatro grandes campos.

- El alcohol como combustible y la alcoquímica.
- La utilización de los subproductos y derivados de la caña en alimentación animal.
- La utilización del bagazo como combustible, energía, pulpa y papel, tableros y furfural.
- Otros derivados.

### 3. El alcohol como combustible y la alcoquímica.

Tradicionalmente el alcohol se ha producido en los países azucareros de caña, fundamentalmente para la producción de bebidas y licores para la exportación y para usos muy definidos en perfumería e industria farmacéutica. A partir de la época del 70 la producción tradicional de alcohol da un vuelco en la región y en el mundo con la política del Brasil de producción de alcohol como sustituto de la gasolina, acompañada por un fuerte desarrollo de la industria alcoquímica, o sea, de la producción de derivados de alcohol. En estos momentos, Brasil dispone de 4,5 millones de hectáreas para la producción de azúcar y alcohol y tiene entre sus planes la producción en la presente campaña de 13 mil millones de litros de alcohol. La política alcoholera del Brasil tiene un amplio apoyo del gobierno, unido esto a un gran desarrollo de la industria de producción de maquinarias.

Dentro de la región hay otros países que han ido a la sustitución de alcohol por gasolina entre los que se puede destacar lo siguiente:

Argentina produce 495 millones de litros de alcohol anhidro al año, fundamentalmente para el mercado interno.

En Costa Rica, se vendieron en 1986, 21 millones de litros de alcohol a E.U. También tiene instalada una deshidratadora con una capacidad de 72 millones de litros, para posibilitar la compra de alcohol hidratado y deshidratarlo para exportación.

Bolivia produce 25 millones de litros de alcohol que utiliza como sustituto de gasolina.

En otros países de la región como Honduras, México, República Dominicana, Panamá, entre otros, se estudian y analizan proyectos para la producción de alcohol como aditivos a la gasolina, como sustituto total de ésta o para exportar a los E.U.A.

El costo de producción promedio que se reporta en Brasil para el alcohol es de 0,20 centavos de dólar por litro. Una destilería con una capacidad de 120 mil litros por día tiene un costo promedio de entre 6 y 7 millones de dólares.

Cuando se produce como en el Brasil alcohol directamente de la caña, se obtiene un sobrante de bagazo de 3 kg. por litro de alcohol en destilerías autónomas. Este bagazo se utiliza en Brasil fundamentalmente como combustible para otras industrias y en algunos casos para generación de electricidad y como bagazo hidrolizado para alimento animal.

El origen de la alcoquímica en Brasil se remonta a 1920 con la producción de pequeñas cantidades de ácido acético, éter etílico y clo

ruro de étilo. En la actualidad a partir del alcohol, se produce etileno, acetaldehído, ácido acético, butanol, acetato de butilo y otros. También existen proyectos para otras producciones a partir del alcohol, así como plantas pilotos.

En Perú también existe una planta en Paramonga la cual tiene una capacidad de 7,200 t por año de producción de P.V.C. Tiene cuatro unidades para llegar al producto final: planta de etileno, planta de dicloroetano, planta de monómero y de polímero. A partir de alcohol se producen 2,000 toneladas de ácido acético el cual sirve de materia prima para las industrias de acetato de etilo, acetato de butilo normal y acetato de isobutilo

El desarrollo de la alcoquímica puede ser recomendable en algunos países en desarrollo debido a que los tamaños de las plantas son más pequeños que los de alcoquímica, requieren menos inversiones y pueden establecerse en áreas en donde las materias primas se producen localmente.

4. La utilización de los subproductos y derivados de la caña en la alimentación animal.

En la producción de alimentos a partir de la caña y sus subproductos hay una amplia gama de producciones que comprende desde el uso simple de los residuos hasta las producciones más sofisticadas como por ejemplo la lisina.

Una de las ventajas que puede atribuirsele a la producción de ali-

mento animal a partir de la industria azucarera está en el bajo costo de las inversiones para la producción de alimentos. Otra cuestión a destacar es la experiencia alcanzada en la región por algunos países como Cuba, Colombia, República Dominicana y Brasil.

En Cuba existe un fuerte desarrollo de la producción de alimentos a partir de la industria azucarera para la alimentación animal. Con esos fines se utiliza caña directa, mezclas de miel urea, miel urea bagacillo, bagacillo predigerido, se procesan los residuos de la cosecha y se seca la cachaza para la alimentación del ganado. También se produce levadura forrajera, miel protéica, levadura saccharomyces, y se analiza la producción de meladuras y mieles intermedias.

En Brasil se produce bagazo hidrolizado que se utiliza como alimento mezclado con otros productos en el confinamiento de ganado.

En Colombia se utiliza el azúcar como alimento para aves en sustitución de los piensos, también se han obtenido grandes avances en la alimentación animal a partir de la industria azucarera.

En República Dominicana, en el Central Romana se ha desarrollado fuertemente la alimentación del ganado a partir de los subproductos de la industria azucarera.

En México, también se produce alimento para ganado a partir de las mieles y tienen una planta para producir 7,000 t/año de lisina. Esta planta de lisina es la única que se reporta en la región.



En casi todos los países de la región en mayor o menor grado, se ha producido alimento animal utilizando los residuos de la industria azucarera. En la producción de alimento animal a partir de los subproductos de la industria azucarera se hace necesaria una mayor integración entre los productores de ganado y de azúcar.

Hace varios años en diferentes países principalmente Cuba, República Dominicana y Colombia se llevan a cabo numerosas investigaciones con el objetivo de conocer el potencial verdadero de esta planta, el sistema de manejo y de procesamiento más apropiado. También han sido numerosas las investigaciones de tipo nutricional con las cuales es posible en el momento actual sustentar que la caña puede ser el cultivo por excelencia en el trópico para el alimento de los animales.

5. La utilización del bagazo como combustible, energía, pulpa y papel, tableros y furfural.

Los altos precios del petróleo, así como su disponibilidad, indican un cambio en los criterios establecidos respecto a la industrialización del bagazo. En la mayor parte de los países productores de azúcar de caña, cuando se ha industrializado el bagazo, éste ha sido sustituido por petróleo, agravándose los costos por concepto de materia prima. Por otra parte, cuando se usa el bagazo sobrante, la disponibilidad de éste se reduce a la mitad, debiéndose estudiar con nuevos criterios la capacidad de las plantas así como efectuar estudios de economía de escala contra transportación y la sustitución de bagazo como combustible.

En la región se reporta la producción de papel a partir de bagazo en: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, México, Perú y Venezuela. La producción de papel de imprenta y escribir a partir de bagazo no ofrece dificultades y estas instalaciones están establecidas desde hace varias décadas.

En los últimos tiempos, tres países: Argentina, México y Perú construyeron plantas con capacidades similares de 100,000 t por año para producir papel periódico a partir de bagazo.

En esta línea se destaca la planta de papel periódico del Tucumán, la cual ha mejorado y optimizado su tecnología original y produce papeles para satisfacer las necesidades del mercado interno y algunas cantidades para exportar.

El costo de inversión de la planta fue de 300 millones de dólares por tonelada; en las circunstancias actuales los costos totales no se absorben por los precios, cubriéndose los costos variables, no así los fijos. También debe exportarse a lugares cercanos para que el precio no se vea encarecido con los fletes. El papel periódico del Tucumán abastece a 110 diarios argentinos y su participación en el mercado local subió al 35%. También se ha exportado a distintos países como E.U., Brasil, Venezuela, Perú, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Tailandia.

La fábrica de papel periódico de México tuvo un costo de inversión de aproximadamente 100 millones de dólares. En este momento produce el papel periódico por el método convencional a la soda y la mayor

parte de su producción la exporta principalmente a los Estados Unidos, Centroamérica y Brasil.

La fábrica instalada en Perú, para la producción de papel periódico, está cerrada por problemas principalmente de carácter económico.

En Venezuela se ha desarrollado una tecnología para la fabricación de papel periódico de bagazo, aunque todavía existen algunos problemas con las rotativas.

En Cuba, se instaló una planta semindustrial para la producción de papel periódico de 9,000 toneladas de capacidad al año con un costo de inversión de 25 millones de dólares. En esta planta no se recuperan los productos químicos, reportándose bajos costos de producción de papel.

La producción de tableros en la región también manifiesta un cierto desarrollo, aunque en algunos lugares como Jamaica y México no están funcionando las plantas instaladas. En Cuba se reporta la existencia de siete plantas con una capacidad de 275,000 m<sup>3</sup> por año.

También se destaca la industria instalada en Venezuela donde los tableros se emplean para la producción de muebles y en la industria de la construcción.

Con respecto a la producción de furfural, a partir de bagazo en República Dominicana hay una planta de 40,000 t de capacidad, dedicada fundamentalmente para la exportación. En Brasil hay una planta

de 3,500 t/año de capacidad y también se produce alcohol furfurílico.

En Cuba se han realizado numerosas investigaciones sobre los derivados furánicos y existe un proyecto para instalar una planta de furfural en el corto plazo.

La producción de furfural se caracteriza por los altos consumos de bagazo por tonelada de producto. El valor de la inversión para una planta de 5,000 toneladas es de aproximadamente 20 millones de dólares, estando los costos de producción entre \$800 y \$1,000 dólares por tonelada.

#### Otros Derivados.

Además de los productos anteriormente señalados, en la región se producen otros derivados, que es útil señalar en este trabajo ya que su principal propósito es mostrar los avances en este campo.

La levadura para panificación se obtiene en muchos países de la región. En México y Brasil se produce ácido cítrico a partir del azúcar y glutamato monosódico de las mieles, ambos por vía fermentativa, éste último también se produce en Perú.

En México se concentra la vinaza y en Cuba y Brasil se realizan investigaciones sobre la concentración de ésta.

En Brasil, también se produce ácido láctico y Sorbitol, Manitol, ácidos grasos y éteres de sacarosa. En este país además del desa--

rrollo de la alcoquímica se observa una fuerte tendencia al desarrollo de la sucroquímica.

En Cuba se produce dextrana a partir del azúcar, cera refinada de cachaza, y hay una planta semindustrial que produce pulpa para disolver a partir de bagazo.

En los países de la región además se estudia la forma más eficiente de utilización de los efluentes de las industrias establecidas, tratando de resolver los problemas de contaminación ambiental y solucionando problemas de fertilización, energéticos y de otra índole.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- En el análisis de la situación de la región para la diversificación de la industria azucarera en los países de América Latina y el Caribe, debe destacarse que existe un gran potencial de subproductos, la industrialización de una serie de derivados, conjuntamente con cierta experiencia en trabajos de investigación y desarrollo.
- La diversificación de la industria azucarera proporciona una solución a la situación que enfrenta el mercado de este producto y además permite dar respuesta a otros problemas que enfrentan las economías de los países azucareros.
- La utilización directa de la caña y/o de los subproductos de la industria azucarera proporcionan alimentos, combustibles, pulpa, papel, y tableros, permitiendo además el desarrollo de la industria bioquímica y química a partir de un recurso renovable cada año.
- Por todo lo anteriormente señalado es aconsejable la implementación de un programa interregional que contribuya a reducir los costos de la industria, elevar la eficiencia tecnológica y energética, ampliar la producción de derivados y favorecer su integración, desarrollando de esta manera la agroindustria azucarera actual.
- Además es necesaria la creación de una infraestructura capaz de promover métodos y sistemas de cooperación técnica e intercambio de conocimientos y experiencias que proporcionen a los países, institucio

nes y funcionarios, los elementos necesarios que permitan en un momento llegar a la toma de decisiones, teniendo en consideración las condiciones particulares de cada país.

BIBLIOGRAFIA.

INAZUCAR/GEPLACEA/PNUD. Memorias sobre el Seminario del Uso Alternativo de la Caña de Azúcar para Energía y Alimento. 1987 (En edición).

PNUD/GEPLACEA. Programa para la Diversificación de la Industria Azucarrera de América Latina y el Caribe. 1987

Preston T.R. Perspectivas para el uso de la melaza en la alimentación animal. Taller sobre La Melaza como Recurso Alimenticio para la Producción Animal. Cuba. Julio 1987.

R. Rosillo-Calle. The Brazilian Ethanolchemistry Industry (A Review). - Biomass 11 1986. pg. 19-38

Sociedad Paramonga Ltda. Descripción General de la planta de P.V.C. -- 1985.

Noa Herly. Posibilidades de la utilización integral de la caña de azúcar en el área de GEPLACEA. Boletín de GEPLACEA. Vol II No. 06. Octubre de 1985.

GEPLACEA. Informes Internos.