

ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y DERIVADOS PRODUCIDOS POR LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA COSTARRICENSE¹

A. INTRODUCCIÓN

Agregar valor a los productos ya existentes y potenciar el empleo racional de los residuos y derivados generados a partir de la producción y procesamiento de la materia prima (caña), la fabricación de azúcar y la elaboración de alcohol, constituyen dos metas prioritarias para el sector azucarero costarricense en el corto y mediano plazo.

La situación que atraviesa la agroindustria mundial del azúcar en la actualidad no vislumbra cambios favorables importantes en el corto plazo, esto traducido en mejores mercados y precios; motivo por el cual, la incorporación de valor agregado y la optimización de costos de producción agroindustrial representan dos desafíos muy puntuales y concretos, que se deben procurar alcanzar para ser eficientes y competitivos a nivel internacional (37).

Complementario a lo anterior, la implementación de medidas de carácter ambiental y de salud pública cada vez más rigurosas, operadas a través de leyes y reglamentos que regulan las actividades de producción y fabricación de azúcar y alcohol y, principalmente, de deposición y tratamiento de algunos de sus derivados físicos y efluentes, constituye otro argumento de gran significancia que obliga al sector a incorporar cambios importantes en el modelo productivo vigente en la actualidad (13, 30, 44, 53).

Hay que admitir que las condiciones en que tradicionalmente ha operado el subsector azucarero costarricense han cambiado radicalmente, por lo que las políticas deben ser obligadamente mejoradas y adaptadas a la nueva realidad imperante (30).

Se considera en este sentido, que los grandes retos que implica la globalización económica, pueden ser resueltos en gran medida por la vía del aumento sostenido de la competitividad; la cual se califica como el nuevo paradigma por desarrollar y al cual deben acceder todas las actividades productivas y empresariales que procuren ser exitosas.

El desarrollo y la evolución de la actividad azucarera en este nuevo marco, debe fundamentarse en un proceso moderno continuo e integral, que reúna componentes y

¹ Marco Chaves Solera, Director Ejecutivo. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Teléfono (506) 284-6066, Fax (506) 223-0839. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Presentado En: Seminar on Development of Environmentally Compatible Polymers from Biowaste. Proceedings. San José, Costa Rica, 2001. UNA/POLIUNA/NIMC/Fukui University of Technology. February – March. p:92-110.

dimensiones que vinculen las capacidades y oportunidades de todos los agentes que de una u otra forma participan en el proceso productivo.

B. CARACTERÍSTICAS DE LA AGROINDUSTRIA

Tradicionalmente el azúcar ha desempeñado un papel decisivo y crítico en el desarrollo y crecimiento económico y social del país, al contribuir con el 0,54% sobre el PIB real y el 4,92% sobre el PIB Agropecuario referidos al año base 1991, al generar en la zafra 99-2000 un monto total de ¢37.103 millones de colones (11, 42).

El cuadro 1 resume la información agroindustrial más relevante relativa a las zonas productoras de caña del país para la fabricación de azúcar (no de dulce o panela), las cuales poseen rendimientos agroindustriales bastante satisfactorios que han crecido con el tiempo (25).

CUADRO 1
INDICADORES DE PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BÁSICOS DEL SUBSECTOR AZUCARERO COSTARRICENSE
ZAFRA 99-2000

REGIÓN	PRODUCCIÓN (t)				INGENIOS (N°)	ÁREA * CULTIVADA (has)
	CAÑA	%	AZÚCAR **	%		
GUANACASTE	1.575.268	46,8	169.454,3	46,3	3	23.400
VALLE CENTRAL	484.010	14,4	59.015,3	16,1	6	5.000
SAN CARLOS	402.460	12,0	39.847,6	10,9	3	7.100
PUNTARENAS	371.552	11,1	36.408,6	9,9	1	6.400
PÉREZ ZELEDÓN	253.735	7,5	32.742,0	9,0	1	4.300
TURRIALBA- JUAN VIÑAS	275.853	8,2	28.526,2	7,8	2	4.900
TOTAL	3.362.878	100	365.994,0	100	16	51.100

* Valores estimados en abril de 1999. ** Referido a 96° pol de concentración.

Fuente: (29, 31, 37, 42)

Existen registrados en la actualidad en el país aproximadamente 5.778 entregadores de caña independientes y 26 calificados como no independientes, representados básicamente estos últimos por los 16 ingenios y productores de más de 5.000 toneladas de caña. Es de suponer que la cantidad de productores es mayor, en virtud de que muchas veces un entregador representa a varios productores independientes. Las regiones del Valle Central, Turrialba y Pérez Zeledón, respectivamente, son las que mayor cantidad de productores independientes poseen registrados, motivo por el cual, el impacto social y la importancia de la caña en las mismas es determinante.

Del total del azúcar fabricado durante la zafra 99-2000, el 57,12% equivalente a 196.618,8 toneladas métricas (Tel-Quel) se consumió internamente y el 40,40% restante (139.076,7 TM) se exportó; Costa Rica es calificada por esta situación como una nación autosuficiente en producción de azúcar, con generación de excedentes exportables (42).

El país no importa azúcar sino ocasionalmente y sólo por motivos de fuerza mayor. En los últimos 23 años apenas se han efectuado dos pequeñas importaciones, una de las cuales ocurrió en la zafra 81-82 y fue equivalente al 5,57% del total producido; la otra durante la zafra 97-98 en una cantidad de 10.518 TM equivalente al 2,94%.

Las exportaciones de azúcar se dirigieron en el año 2000 a los EUA (48,9%), Marruecos (20,2%), Rusia (18,1%) y Canadá (12,8%).

Del total del azúcar destinado al consumo interno (211.632,3 TM valor crudo), un 63,26% equivalente a 133.879,2 TM se dirigió al consumo humano directo (azúcar de mesa) y las 77.753,1 TM restantes (36,74%) al uso industrial. Del total de azúcar fabricado en el país, 205.611,7 TM (Tel-Quel) equivalentes al 59,73% correspondió a azúcar blanco (plantación, refinado y blanco especial) y 138.626,1 TM (40,27%) a azúcar crudo (42).

Como alternativa económica complementaria, el subsector ha desarrollado y consolidado con su esfuerzo, la opción de deshidratar, rectificar y elaborar alcohol anhidro para la exportación a través de instalaciones construidas con recursos financieros propios, especialmente diseñadas para ese fin y ubicadas en la Terminal Portuaria de Punta Morales, en la provincia de Puntarenas; a las cuales se integran las existentes en los Ingenios CATSA y Taboga (18). En el período 99-2000 se exportaron a los EUA para uso carburante, un total de 16.822.091 galones de alcohol anhidro a un precio FOB promedio de US \$1.1012/galón, lo que generó un ingreso FOB total por US \$18.525.048 (42).

Además del azúcar y el alcohol, durante los últimos años se han realizado pequeñas exportaciones de miel final que también generan ingresos complementarios. En ese período se exportaron 45.299 TM con destino mayoritario a los EUA, lo que significó un 34,91% del total producido equivalente a 129.774 TM; complementariamente se destinaron 43.343 TM (33,4%) al consumo interno y 45.583 TM (35,1%) a la elaboración de alcohol carburante en el país.

La agroindustria azucarera a través de los ingenios Taboga y El Viejo opera con éxito proyectos importantes en el área de la cogeneración eléctrica, lo que ha permitido la exportación de electricidad. En el año 1999 se estimó una generación de aproximadamente 100 millones de KWH equivalente a ¢2.600 millones (37).

La vinculación e implicaciones que la agroindustria azucarera mantiene con la economía, el sector laboral y el resto de los sectores productivos nacionales es muy amplia. Se estima que en forma directa la agroindustria emplea aproximadamente 23.000 personas en forma estacional (cinco meses) durante el período de cosecha y molienda, de los cuales 7.500 se mantienen con carácter permanente; la región de Guanacaste emplea un 51% de ese total, en tanto que el Valle Central el 18%. El aporte anual a la Caja Costarricense del Seguro Social se estima en ¢1.460 millones (37).

Se concluye de este apartado, que el aporte que la agroindustria del azúcar proporciona a la sociedad costarricense, no se limita exclusivamente al campo económico de generación de riqueza, sino que colabora también con otros intereses nacionales como son la justicia social, la armonía ambiental, la investigación, la capacitación y el apoyo de quien lo requiera, tal como lo consigna su Ley Orgánica 7818 de setiembre de 1998.

C. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y DERIVADOS

La fase industrial de fabricación del azúcar procura en principio, separar ésta en forma de cristales de aquellos otros componentes de la caña que no son sacarosa, desagregándola en: fibra, agua, no azúcares y sacarosa (cuadro 4), a partir de los cuales se generan los residuos y subproductos de la agroindustria.

Durante el proceso industrial de transformación de la materia prima (caña), la fabricación del azúcar y la elaboración del alcohol, se generan varios residuos agrícolas y agroindustriales que constituyen una parte importante de la actividad azucarera (14, 39, 40, 41, 52) y que se anotan seguidamente para el caso de Costa Rica:

PRODUCTOS Y RESIDUOS	
SÓLIDOS	LÍQUIDOS
- Hojas (secas y verdes)	- Aguas de lavado de caña
- Cogollo	- Aguas de columnas barométricas
- Tallos residuales	- Aguas condensadas
- Mamones	- Aguas de lavado de pisos y equipos
- Bagazo	- Vinaza
- Cachaza (torta de filtro)	
- Cenizas de Calderas	
- Azúcar	
- Melaza (miel final)	

Entre esos residuos destacan por su origen y uso potencial agrícola los siguientes: a) cachaza o torta de filtro, obtenida a partir del proceso de clarificación del jugo durante la fabricación del azúcar, b) cenizas residuales resultantes de la incineración del bagazo para la obtención de energía en las calderas del ingenio, c) vinazas como efluente de la destilación del alcohol, d) bagazo residual de la molienda de la caña y e) melaza resultante del proceso fabril de cristalización.

Dichos residuos constituyen un recurso que ha sido hasta el momento subutilizado en un alto grado en el país, en virtud de que su aprovechamiento es realmente limitado, empleándose más con criterios de salud pública y reducción de la contaminación que económicos.

La composición vegetativa de la caña de azúcar es muy variable y está determinada por factores como: condiciones ambientales, tipo de variedad cultivada, grado de despaje, manejo, edad de corta (madurez), tipo de cosecha (verde – quemada – manual – mecánica) y, también por la fertilización, entre otros.

De acuerdo con un estudio realizado por **Rivera y Chaves** (datos aún sin publicar) en la región de Juan Viñas, se encontró que en las entregas comerciales de caña al ingenio para su procesamiento, la composición básica era: tallos molederos industrializables (91,6%), caña no moledera (3,3%), caña seca y podrida (1,5%), hojas (1,5%), cogollos (0,7%), mamones (0,6%), raíces (0,6%), tierra (0,1%) y otras materias (0,1%).

Subirós (1995) expresa por su parte, que la composición vegetativa de la caña es durante su fase de madurez de 71,8% de tallos molederos, 12,6% de cogollos, 6,9% de mamones y el 8,7% restante está compuesto por hojas y otros materiales vegetales.

En el caso de Guanacaste se encontró luego de evaluar las entregas del ingenio Taboga y los productores independientes (6), diferencias en la composición de las mismas entre ambos orígenes, manteniendo como promedio general un 89,6% de tallos industrializables; 8% de hojas + cogollo; 1,8% de caña seca; 0,1% de raíces + cepa y 0,5% de tierra.

Estudios en la misma orientación realizados en el ingenio El Palmar, provincia de Puntarenas (7), revelaron que entre la caña cosechada en forma manual o mecánica había relativamente pocas diferencias, en lo concerniente a la composición porcentual de la materia prima que ingresa a procesamiento, como se anota a continuación:

Modalidad Cosecha	Caña Limpia	Hojas	Cogollo	Caña Seca	Raíces + Cepa	Tierra	Total
Mecanizada	94,9	2,4	1,7	0,3	0,5	0,2	100
Manual	91,7	2,1	1,9	0,7	0,5	3,1	100

Fuente: (7)

Como se infiere, la producción de residuos a partir de la caña en etapa madura y propiamente durante la cosecha, genera contenidos importantes de materia extraña y de escaso interés para el ingenio.

Procurando identificar y establecer indicadores de cálculo confiables y actualizados, en virtud de que los nuevos criterios de pago de la materia prima al productor se orientan hacia la entrega de caña libre de agentes extraños, se presentan en el cuadro 2 algunos resultados experimentales obtenidos en las 6 regiones productoras a partir de caña quemada y recibida en el ingenio para su procesamiento.

Cuadro 2
Composición Porcentual de las Entregas de Materia Prima al Ingenio según Región Productora, Ingenio y Componente Vegetal

Componente	Guanacaste Taboga	Valle Central Argentina	San Carlos Cutris	Puntarenas El Palmar	Pérez Zeledón	Turrialba-Juan Viñas	Promedio
Tallos Industrializables	89,6	94,3	94,0	93,3	90,9	91,6	92,3
Tallos no Industrializables	1,8	2,5	3,4	0,5	-	4,8	2,6
Hoja + Cogollo	8,0	2,1	1,6	4,1	7,9	2,2	4,3
Raíces + Cepa	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1	0,6	0,3
Mamones	-	0,9	0,4	-	-	0,6	0,6
Tierra + otros	0,5	0,1	0,4	1,6	1,1	0,2	0,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,8

Fuente: DIECA (2000)

Con base en los resultados experimentales anteriores es factible establecer estimaciones específicas de producción potencial de residuos agrícolas para las 6 regiones productoras de azúcar del país, a partir de los estimadores promedio indicados en el cuadro 2 y cuyos totales traducidos en relación a la producción de caña de la zafra 99/00, se anotan en el cuadro 3.

Cuadro 3
Estimación de los Residuos Agrícolas Producidos por la Caña de Azúcar
Según Región y Componente Vegetal, para la Zafra 1999/2000

Componente (toneladas)	Guanacaste	Valle Central	San Carlos	Puntarenas	Pérez Zeledón	Turrialba-Juan Viñas	Total
Tallos Industrializables	1.411.441	456.422	378.312	346.658	230.645	252.681	3.076.159
Caña no Industrializable*	28.355	16.456	13.684	1.858	--	14.896	75.249
Hoja + Cogollo	126.021	10.164	8.049	15.234	20.045	6.069	185.582
Raíces + Cepa	1.575	484	805	1.858	254	1.655	6.631
Tierra + otros	7.876	484	1.610	5.944	2.791	552	19.257
Total Producido	1.575.268	484.010	402.460	371.552	253.735	275.853	3.362.878

* Los mamones se sumaron a la caña no industrializable.

De acuerdo con los contenidos promedio de la caña que ingresa al ingenio en lo que respecta a sus fracciones vegetales, es verificable en el cuadro 3 la cantidad importante de residuos agrícolas no industrializables que se generan en el campo con tendencias muy variables entre regiones.

Según esa información, la fracción de hojas + cogollo y la de tallos no industrializables son las más significativas a nivel nacional por los altos tonelajes que generan. Sobresale el alto porcentaje de tallos no industrializables que se producen en la región de Juan Viñas, debido a los problemas que inducen los taladradores del tallo del género *Diatraea spp* en las plantaciones.

Resulta importante reiterar que dichas estimaciones son teóricas aunque representativas, en virtud de que se generan a partir de indicadores obtenidos en estudios serios de campo realizados por DIECA, lo que provee un grado de certeza elevado con respecto a la realidad.

A las estimaciones anteriores, deben adicionarse las cantidades de material vegetal que se incorporan al suelo mediante el mecanismo de mineralización de los componentes orgánicos, y que son generadas durante todo el proceso de crecimiento vegetativo de la plantación. Asimismo, deben agregarse los residuos de cosecha y las pérdidas que ocurren durante la cosecha por carga y transporte de la materia prima, así como durante la quema.

Desarrollando complementariamente un ejercicio teórico de estimación de derivados a partir de la caña procesada, el azúcar fabricado y el alcohol elaborado, se tiene que la cantidad de residuos y subproductos generada en la zafra 99-2000 en Costa Rica, es aproximadamente la que se anota en el cuadro 4.

CUADRO 4
ESTIMACIÓN DE DERIVADOS OBTENIDOS POR LA AGROINDUSTRIA
AZUCARERA Y ALCOHOLERA COSTARRICENSE EN LA ZAFRA 99/2000

VARIABLE	CANTIDAD
PRODUCCIÓN REAL OBTENIDA	
Caña procesada	3.362.878 t
Azúcar (96°) fabricada	365.994 t
Miel final	129.774 t
Cachaza	158.582 t
Alcohol	
Ingenios CATSA + TABOGA	3.434.610 gal
Importación LAICA	15.606.904 gal
COMPOSICIÓN DE LA CAÑA (aproximada)	
Fibra % caña	15,5 %
Pol	12,7 %
No azúcar	1,8 %
Agua	70 %
APORTE DE LA CAÑA	
Fibra % caña	521.246 t
Pol	427.085 t
No azúcar	60.532 t
Agua	2.354.015 t
PRODUCCIÓN DIRECTA PROBABLE	
Bagazo (320 kg / t*)	1.076.121 t
Cachaza (47,2 kg / t**)	158.582 t
Cenizas (2,5% del bagazo quemado*)	26.903 t
Hojas + Cogollo (55,2 kg / t**)	185.582 t
Raíces + Cepa (1,97 kg / t**)	6.631 t
Vinazas (14,5 l / t o kg de miel)***	5.673.712 l

Fuente: (26, 27, 33, 40, 41, 42).

* Valores teóricos promedio de producción por tonelada de caña procesada.

** Valor real ponderado a partir de información de los ingenios (cuadro 3)

*** Alcohol rectificado 96°

A los estimados anteriores debe agregarse el volumen de agua empleado por los ingenios en el proceso de lavado e industrialización de la materia prima y fabricación del azúcar.

Como se concluye de la información contenida en los cuadros 3 y 4, la cantidad y diversidad de residuos y productos agroindustriales generados potencialmente en el país durante la zafra 99/2000 fue bastante alta, lo que amerita y obliga a procurar identificar un destino adecuado para su deposición, tratamiento y empleo racional y óptimo desde todas las perspectivas: técnica, salud pública, ambiental y económica.

D. UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

El empleo racional de los residuos agrícolas y agroindustriales recibe cada vez una mayor atención, en virtud de que se reconoce que con su mejor uso no sólo se incrementa la base de recursos potenciales, sino que además se minimiza el impacto degradante y depresivo sobre el ambiente.

Los residuos generados por las agroindustrias azucarera y alcoholera están constituidos básicamente, por el rendimiento improductivo que resulta de la caña y el azúcar como productos primarios; pese a lo cual algunos de estos materiales contienen componentes que podrían ofrecer interesantes beneficios potenciales.

El hecho de que su valor económico realizable es por lo general menor que el costo aparente implicado en la recolección, transporte, procesamiento, elaboración y transformación en otros usos potencialmente provechosos, induce a que los mismos sean descartados y considerados como desechos.

La utilización racional de estos residuos, incrementándoles su valor económico oculto e incorporándoles valor agregado, determina un cambio fundamental de categoría, al trasladarlo de rendimiento improductivo o desecho a la condición de producto.

Los residuos, derivados, productos secundarios o subproductos que en el caso de la caña, el azúcar y el alcohol poseen valor oculto, requieren y merecen ser en principio reconocidos y valorados en sus características, atributos y potencialidades, para poder viabilizar una elaboración adicional adecuada y la identificación de usos apropiados y mercados idóneos.

Es necesario por tanto, desarrollar y aplicar tecnologías adecuadas para obtener productos secundarios económicamente viables a partir de los residuos, derivados, y subproductos iniciales.

Resulta una gran e ineludible verdad el reconocer y aceptar, que no es posible evitar y eliminar los residuos en las agroindustrias azucarera y alcoholera, por lo que su tratamiento resulta no sólo una necesidad sino también un negocio en potencia.

El uso racional de los residuos y efluentes azucarero – alcoholero posibilita y accesa varios beneficios potenciales no sólo ambientales, sino también económicos y sociales. El empleo de estos residuos no es una idea nueva, pues durante mucho tiempo estos se han tratado de utilizar en diversas formas, cuando ha sido viable y razonable hacerlo, con resultados bastante exitosos en muchos países (39, 40, 41, 44).

En el caso de Costa Rica, esos residuos han sido considerados tradicionalmente como desechos, razón por la cual se les ha proporcionado un tratamiento mínimo previo a su eliminación, que no implique en principio la generación de costos alternos significativos.

Los enfoques tradicionales más comúnmente aplicados en el empleo de los desechos son los que recurren a métodos de concentración, tratamiento mínimo y reubicación de los mismos previa descarga en el medio; lo que puede ser ambientalmente destructivo, además de que ocasiona la pérdida de materiales, nutrientes y energía valiosa que podría caso se utilice racionalmente, generar beneficios significativos.

Las importantes cantidades de residuos sólidos y líquidos que se producen en el país a partir de la agroindustria azucarera y alcoholera, la imperiosa necesidad de aprovechar al máximo los recursos existentes y las imposiciones de carácter legal vigentes, han conducido dichosamente a redireccionar estos criterios tradicionales orientándolos hacia el uso racional y económico, que incorpore valor agregado y genere complementariamente un beneficio empresarial, social y ambiental a su empleo.

Existe en la actualidad una necesidad creciente orientada a estimular la aplicación de tecnologías apropiadas, que en muchos casos han demostrado ya su factibilidad técnica, lo cual sin embargo debe tratarse con moderación y cautela en virtud de las altas inversiones que su implementación puede implicar.

La figura 1 expone de manera resumida algunas de las industrias derivadas y subproductos generados por la agroindustria azucarera.

La transformación de los residuos debe conducir en principio a generar un producto útil, de costo económico razonable y que implique a su vez, el uso de tecnologías no degradantes ni contaminantes, que ocasionen mayores dificultades ambientales o sociales que las que pretenden resolver. No tendría ningún sentido lógico y mucho menos económico, tomar un residuo o desecho que nadie quiere y convertirlo en un recurso que nadie desea o puede adquirir.

Tales residuos constituyen un importante recurso nacional hasta ahora desaprovechado que es conveniente utilizar masivamente en forma práctica y racional.

Además de la conversión energética del bagazo y la paja, las principales formas de utilización de los residuos agrícolas y agroindustriales pueden incluir la producción de alimentos apropiados para la industria agropecuaria, materiales para las industrias de la construcción, farmacéutica, química, energética y la manufactura del papel, entre otros (39, 40, 41).

En el caso particular de la agricultura cañera, son numerosos los usos que pueden derivarse de los residuos que su agroindustria produce, principalmente como mejoradores y acondicionadores del suelo, complementando de manera importante el empleo de fertilizantes químicos con las implicaciones productivas y económicas que ello significa.

En el cuadro 5 se describe el uso que predominantemente se proporciona actualmente, a los principales residuos y subproductos generados por la agroindustria azucarera costarricense.

CUADRO 5
UTILIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS GENERADOS
POR LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA COSTARRICENSE

<i>RESIDUO</i>	<i>USO ACTUAL PREDOMINANTE</i>
<i>BAGAZO</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Su empleo mayoritario es como fuente de energía en los ingenios al incinerarse en sus calderas - Los ingenios Taboga y El Viejo lo emplean además en sus procesos de cogeneración eléctrica por lo que no hay residual final. - Los ingenios Taboga y CATSA aprovechan su energía en la destilación de alcohol. - Existe un excedente que por lo general se acumula en el patio del ingenio o el campo sin aprovechamiento alguno. - El “bagacillo” se emplea en la preparación de “pacas” para alimentación animal y uso pecuario.
<i>CACHAZA</i>	<ul style="list-style-type: none"> - En su gran mayoría se aplica y distribuye superficialmente en el entresurco, al voleo o colocado en el fondo del surco de siembra en las plantaciones comerciales de caña con fines nutricionales. En algunos casos se incorpora durante la preparación del suelo para la siembra. Otros cultivos también la utilizan. - Los ingenios Juan Viñas y Coopevictoria preparan “abono orgánico” que comercializan y destinan a otras actividades productivas o a sus asociados. - En algunos pocos casos se deposita en secciones de la finca destinadas a ese fin, con el objeto de eliminarlo por motivo principalmente de costos, lo que implica un aprovechamiento limitado; actúa en este caso como desecho.
<i>CENIZAS</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplican a los suelos cañeros con fines nutricionales. - Otras actividades comerciales del sector agropecuario las emplean con carácter nutricional.
<i>HOJAS Y PAJA</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La mayor parte permanece en el campo donde es mineralizada sin sufrir incorporación ni tratamiento alguno. - Una cantidad importante es quemada y por tanto se pierde con la misma. - Forma parte de la materia prima que se lleva al ingenio y que califica como “basura o materia extraña”, por lo que debe eliminarse posteriormente.

COGOLLO	<ul style="list-style-type: none"> - Una parte se destina a la alimentación animal y uso pecuario, en complemento con la melaza y la urea; aunque la mayoría queda depositada en el campo donde se mineraliza en el suelo.
TALLOS RESIDUALES	<ul style="list-style-type: none"> - Son recogidos y depositados en áreas de la plantación donde sufren descomposición. Algunos permanecen en el campo y otra parte que han caído o dejado durante la cosecha) se recoge y procesa industrialmente.
MELAZA	<ul style="list-style-type: none"> - Una parte importante (33%) es empleada para el consumo nacional (pecuario). - Un 35% se orienta a la elaboración de alcohol carburante para la exportación. - En la zafra 99/00 se exportó un 35%.
ALCOHOL	<ul style="list-style-type: none"> - Se emplea como valor agregado (contraparte) de las exportaciones realizadas al mercado de carburantes de los EUA, según requisitos contractuales establecidos por la Ley de Recuperación Económica de los Países de la Cuenca del Caribe, mejor conocida como Ley de Iniciativa de la Cuenca del Caribe, para acogerse a los beneficios del mismo. - Se destina a la Fábrica Nacional de Licores (FANAL) para la elaboración de bebidas alcohólicas y uso industrial.
VINAZAS	<ul style="list-style-type: none"> - Se deposita y somete a tratamiento en lagunas de oxidación construidas con ese objetivo en esos ingenios, previa aplicación en el campo. - Se adiciona diluida como fertirrigación a las plantaciones comerciales de caña de los ingenios CATSA y Taboga en Guanacaste.
AGUAS INDUSTRIALES	<ul style="list-style-type: none"> - Son conducidas, depositadas y tratadas para su descontaminación por métodos físico-químicos. - Actualmente todos los ingenios cumplen con los términos de un programa de control de la contaminación establecido y fiscalizado por el Ministerio de Salud.

Es importante señalar que es principalmente durante los últimos años, cuando se ha venido prestando un mayor y especial interés no sólo investigativo sino también empresarial por parte del subsector azucarero nacional, por procurar incorporar valor agregado y proporcionar empleo utilitario a los residuos y derivados producidos, como lo demuestran muchos de los estudios desarrollados en el país en diferentes áreas y componentes, tal como se anota y referencia a continuación:

Melaza:	8, 26 39
Alcohol:	18, 27
Vinaza:	1, 2, 9, 10, 15, 43, 45, 46, 50, 51
Cachaza:	3, 4, 5, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 23, 32, 33, 34, 35, 36, 49
Bagazo:	9
Fertilización Orgánica:	3, 4, 8, 9, 24, 28, 48
Antitranspirante:	12, 16, 17

Los estudios efectuados y citados anteriormente según área de acción, están ampliamente acompañados con numerosos estudios en materia alimentaria y uso pecuario de los derivados de la caña, principalmente utilizando melaza como suplemento y complemento en las raciones de uso animal.

Muy destacables resultan también los esfuerzos nacionales orientados a desarrollar industrias y actividades productivas a partir del alcohol; como acontece con la alcoholquímica y el uso industrial y carburante del mismo.

En este sentido, la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar por vía fermentativa, posibilita su empleo como insumo en las industrias química, farmacéutica y de bebidas; así como también, para atender la creciente demanda del producto como combustible automotor.

Son muchos los derivados y compuestos alcohólicos que potencialmente pueden generarse, entre los que están los siguientes:

- Acetato de Amilo
- Acetato de Etilo
- Ácido Acético
- Cloruro de Etilo
- Estireno
- Eteno
- Etilbenzeno
- Acetato de Butilo/iso
- Acetato de Etilo
- Aldehido Acético
- Ácido 2- Etil Hexoico
- Butanol
- Octanol
- Etalato de Dioctilo
- Eteres Glicólicos
- Acetato de los Esteres
- Glicólicos
- Eter Dietílico
- Acetato de Celulosa
- Acetato de Sodio
- Acetato de Vinilo
- Anhídrido Acético
- Triacetina
- Dicloroetano
- Silicato de Etilo
- P.E.B.D.
- Monoetilamina
- Trimetilol – Propano

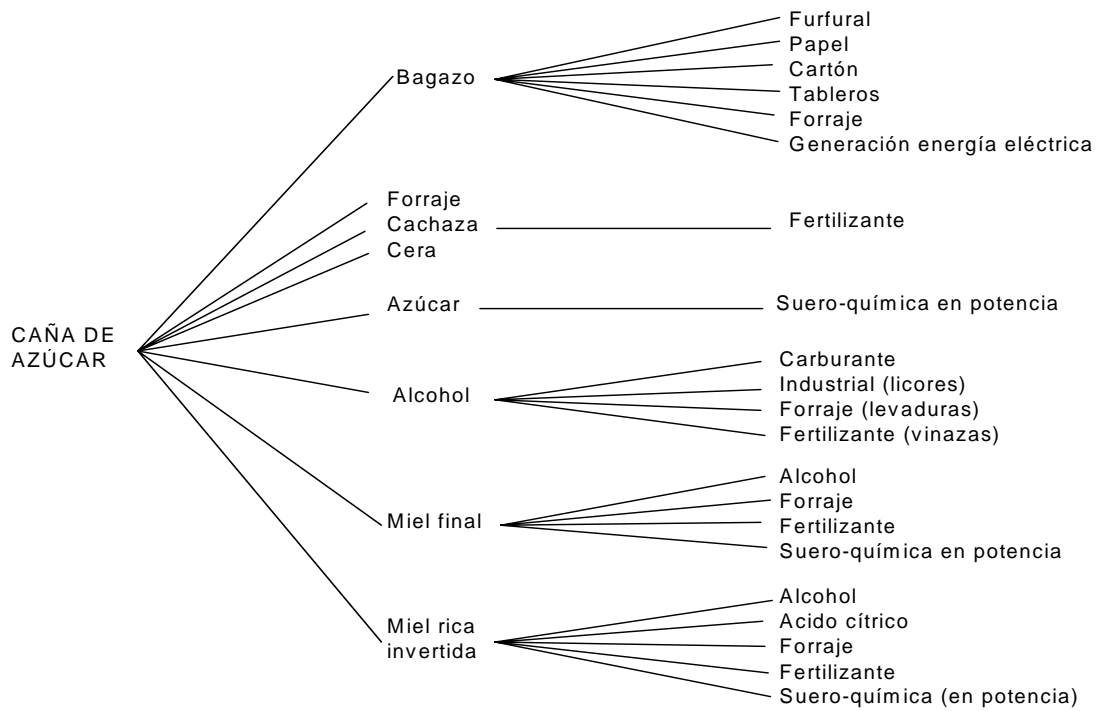
A partir de esos compuestos es factible obtener productos de amplio uso comercial como son: tintas y barnices, fármacos, plásticos, textiles, solventes, triacetina, acetatos, filtros de cigarros, perfumería, cloruro de vinilo, fimes, embalajes, herbicidas, utensilios domésticos, ácido acético y derivados, catalizadores, productos químicos, MVA, octoatos, resinas, laminados, aditivos para lubricantes, fluidos hidráulicos, thinner, PVC y otros muchos artículos.

En el caso de Costa Rica se han valorado en varias oportunidades las posibilidades de incursionar en esta línea de producción, como lo demuestra el estudio de factibilidad y diversificación propuesto por GEPLACEA y PNUD en 1988 (38), para la producción de polietileno, PVC y PVA a partir de alcohol de caña en el país, lo que contribuiría a la sustitución de importaciones de materia prima para varias industrias, así como de productos finales para el mercado doméstico.

E. CONCLUSIÓN

La diversificación de las agroindustrias azucarera y alcoholera, operada a través del uso racional y utilitario de los residuos, derivados y subproductos, plantea la perspectiva del aprovechamiento integral de los mismos, incrementando las posibilidades de alcanzar una mayor eficiencia y competitividad mediante su utilización, a partir de los cuales es factible obtener una cantidad significativa de productos de consumo intermedio y final, incorporándole valor agregado a la actividad.

Resulta por otra parte una estrategia moderna y visionaria, en virtud de los beneficios que en materia ambiental y de salud pública se logran, contribuyendo significativamente con el futuro ecológico de nuestro país.



Fuente: Subirós (1995)

Figura 1
Industrias Derivadas y Subproductos de la Caña de Azúcar

LITERATURA CITADA

- 1) ALFARO P., R. 1996. Evaluación de la vinaza como fertilizante potásico sobre los rendimientos agroindustriales de la caña de azúcar y su efecto sobre las características químicas de un suelo inceptisol de la región del Valle Central, Costa Rica. San José, Costa Rica, DIECA, setiembre. 34 p.
- 2) ALFARO, R. 1999. Evaluación de la Vinaza Como Fertilizante Potásico en la Caña de Azúcar y su Efecto Sobre las Propiedades Químicas de un Inceptisol de Atenas, Alajuela. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 77.
- 3) ALFARO, R.; VILLALOBOS, C. 1996. Efecto de Diferentes Abonos Orgánicos Sobre los Rendimientos Agroindustriales de la Caña de Azúcar en la Región del Valle Central. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: Suelos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA. Volumen 3. p: 172.
- 4) ANGULO, A; CHAVES, M. 1999. Interacción de la Fertilización Orgánica/Inorgánica Sobre los Rendimientos Agroindustriales de la Caña de Azúcar. Promedio de Cuatro Cosechas. Cañas, Guanacaste. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 75.
- 5) ANGULO, A; CHAVES, M. 1999. Efecto de Nueve Dosis de Cachaza Sobre los Rendimientos Agroindustriales de la Caña de Azúcar. Promedio de Cuatro Cosechas. Cañas, Guanacaste. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 74.
- 6) ANGULO, A; CHAVES, M. 1999. Evaluación del Contenido de Materia Extraña en Caña de Azúcar. Ingenio Taboga, Cañas, Guanacaste. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 347.
- 7) ANGULO, A.; CHAVES, M. 1999. Contenido de Materia Extraña en la Caña de Azúcar Cosechada Bajo la Modalidad de Corta Manual y Mecánica, en el Ingenio Palmar en Miramar de Puntarenas. *In:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 346.
- 8) BARQUERO M., E.; QUESADA B., C. 1996. Producción de Abono Orgánico y Utilización Agrícola de los Residuos de la Agroindustria Cañera en el Ingenio Coopevictoria Grecia, Costa Rica. *In:* CONGRESO DE ATACORI "Cámara de Productores de Caña del Pacífico", 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. p: 65-66.
- 9) BERROCAL, M. 1988. Efecto de los Residuos de la Industria Azúcar - Alcohola, Bagazo, Cachaza y Vinaza, en la Producción de Caña y Azúcar en un Vertisol de Guanacaste. *Agronomía Costarricense (Costa Rica)* 12(2): 147-153.
- 10) BOLAÑOS A., J.A. 1989. Evaluación de tres dosis de vinaza en la fertilización de la caña de azúcar en Cooperativa Victoria, Costa Rica. *In:* Congreso DIECA, 2, Grecia, Costa Rica, 1988. Memorias. San José, DIECA p: 42-47.
- 11) CÁMARA NACIONAL DE AGRICULTURA Y AGROINDUSTRIA (CNAA) 2000. Indicadores Económicos y Estadísticos del Sector Agropecuario 2000. San José, Costa Rica, CNAA. 31 p.
- 12) CHAVES SOLERA, M.A. 1981. Utilización de antitranspirantes y azúcar para el trasplante de cafetos en raíz desnuda. *Noticiero del Café (Costa Rica)* Año 7, No. 205, Setiembre. p: 1-2.
- 13) CHAVES SOLERA, M. A. 1985. Algunas Nociones sobre la Producción de Residuos Agroindustriales y la Legislación Vigente en Costa Rica para Regular sus Efectos Contaminantes. *In:* Taller Regional Sobre Residuos Agrícolas y Agroindustriales en América Latina y El Caribe. Santiago, Chile, 1984. Memorias. Santiago de Chile, PNUMA/CEPAL/GEPLACEA. julio. 25 p.
- 14) CHAVES, M. A. 1985. Diagnóstico sobre la Producción y Utilización de los Residuos Agrícolas y Agroindustriales en Costa Rica. *In:* Taller Regional sobre Residuos Agrícolas y Agroindustriales en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 1984. Memorias. Santiago de Chile, PNUMA/CEPAL/GEPLACEA. julio. p: 155-321.
- 15) CHAVES SOLERA, M. A. 1985. Las Vinazas en la Fertilización de la Caña de Azúcar. *El Agricultor Costarricense* 43(9-10): 174-177. 1985.

- 16) CHAVES SOLERA, M. A.; HERNANDEZ B., F.; GUTIERREZ Z., G. 1985. Efecto de Antitranspirantes y Azúcar Utilizados en el Trasplante de Cafetos en Raíz Desnuda. *Agronomía Costarricense* 9 (1): 71-78.
- 17) CHAVES SOLERA, M. A. 1986. Las aspersiones de azúcar evitan la marchitez cuando se trasplanta café. *Noticiero del Café (Costa Rica)* Año 1, N° 6. Febrero. p: 1-3.
- 18) CHAVES SOLERA, M. A. 1993. Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas de la Agroindustria Azucarera y Alcohólica Costarricense. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Sesiones de Actualización y Perspectivas. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Octubre, 1993. Volumen 1. 116 p.*
- 19) CHAVES S., M. A.; GUZMAN S., G. 1993. Valoración de la composición química de muestras de cachaza fresca procedentes de ocho ingenios de las cinco regiones productoras de caña de azúcar de Costa Rica. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Octubre, 1993. Volumen 11 (1):46.*
- 20) CHAVES S., M. A.; GUZMAN S., G. 1993. Variación de la composición química de la cachaza fresca de ocho ingenios azucareros de Costa Rica durante la zafra 1992-93. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Octubre, 1993. Volumen 11 (1):49.*
- 21) CHAVES, M.; ANGULO, A.; GUZMÁN, G. 1996. Efecto del Tiempo de Descomposición Sobre los Contenidos Químicos de la Cachaza Originada por la Agroindustria Azucarera. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: Suelos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA. Volumen III. p: 174.*
- 22) CHAVES, M; ANGULO, A; GUZMAN, G. 1999. Consecuencias del tiempo de Almacenamiento de la Cachaza en el Campo Sobre su Contenido Químico y su Riqueza Nutricional. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 73.*
- 23) CHAVES, M. 1999. Interpretación de la Riqueza Nutricional de la Cachaza de Caña Utilizando Dos Métodos de Análisis Químico. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 419.*
- 24) CHAVES, M. 1999. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 193-214.*
- 25) CHAVES, M. 1999. Grado de Productividad Agroindustrial del Azúcar Costarricense Durante el Período 1969-1998. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 320.*
- 26) CHAVES, M; BERMÚDEZ, A. 1999. Producción de Miel Final en Costa Rica Según Región Agrícola, Durante el Período 1986-1998. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 424.*
- 27) CHAVES, M; BERMÚDEZ, A. 1999. Elaboración y Exportación de Alcohol Anhidro por Parte de la Agroindustria Azucarera Costarricense. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 425.*
- 28) CHAVES, M; BERMÚDEZ, A. 1999. Factibilidad y Perspectivas Técnicas para la Producción de Caña y la Fabricación de Azúcar Orgánico en Costa Rica. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 449-452.*
- 29) CHAVES, M.; BERMÚDEZ, A. 1999. Fabricación de Azúcar de Caña en Costa Rica Según Región Agrícola, Durante el Período 1987-1998. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 323.*
- 30) CHAVES, M.; BERMÚDEZ, A. 1999. Por una Mayor Conciencia Ambiental en el Sector Azucarero. *In: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre 1999. Volumen 1. p: 274-278.*
- 31) CHAVES SOLERA, M.; CALDERÓN A., G.; ANGULO M., A.; BARRANTES M., J.C.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO P., R.; CHAVARRÍA S., E.; RODRÍGUEZ F., J.M. 1998. Estimación del Área Cultivada con Caña de Azúcar en Costa Rica y Determinación del Índice de Rendimiento Agrícola, según Región y Rango de Entrega de Materia Prima al Ingenio. San José, Costa Rica, DIECA. Marzo. 189 p.

- 32) CHAVES, M; GUZMÁN, G. 1999. Efecto del Período de Descomposición en el Campo Sobre los Contenidos Químicos de Cachaza Procedente de Coopevictoria. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 422.
- 33) CHAVES, M; BERMÚDEZ, L; PESSOA, F. 1999. Producción de Cachaza por los Ingenios Azucareros de Costa Rica, Durante el Período 1994-1999. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 421.
- 34) CHAVES, M; BERMÚDEZ, L; PESSOA, F. 1999. Índice de Rendimiento Industrial en la Producción de Cachaza por Parte de los Ingenios Azucareros de Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 420.
- 35) CHAVES, M; RODRÍGUEZ, M; GUZMÁN, G. 1999. Evaluación Química de Muestras de Cachaza Proveniente de Dos Ingenios Azucareros de Guanacaste Sometidas a Descomposición en el Campo. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 423.
- 36) CHAVES, M; GUZMÁN, G. 1999. Efecto del Período de Descomposición en el Campo Sobre los Contenidos Químicos de Cachaza Procedente de Coopevictoria. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 422.
- 37) CHAVES SOLERA, M.; JARAMILLO GALLEGO, C. 1999. Situación Actual de la Agroindustria Azucarera Costarricense. San José, Costa Rica, LAICA. 43 p.
- 38) GEPLACEA/PNUD. 1988. Estudio de Factibilidad para la Producción de Polietileno, PVC y PVA a partir de Alcohol en Costa Rica. México D.F., México. Serie: Diversificación. CANAPLAN – Assistência Técnica s/c Ltda. 195 p.
- 39) GEPLACEA/PNUD. 1988. La Melaza como Recurso Alimenticio para Producción Animal. México D.F., México. Serie: Diversificación. GEPLACEA. 346 p.
- 40) GEPLACEA/PNUMA. 1988. Subproductos y Derivados de la Agroindustria Azucarera. México D.F., México. Serie: Diversificación. GEPLACEA. 468 p.
- 41) ICIDCA/GEPLACEA/PNUD. 1990. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. 2 ed. México D.F., México. Serie: Diversificación. GEPLACEA. 447 p.
- 42) LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR (LAICA). 2001. Informe Estadístico Zafra 1999-00. San José, Costa Rica, LAICA. 63 p.
- 43) ODIO CASTILLO, B. 1985. Tratamiento y Aprovechamiento de Vinazas. Boletín Técnico Informativo ATACORI (Costa Rica). octubre. 21 p.
- 44) PNUMA. 1984. Directrices sobre la Gestión de la Utilización de los Residuos Agrícolas y Agroindustriales. 1ª ed. Santiago de Chile, Chile. PNUMA. 93 p.
- 45) RODRÍGUEZ, M; CHAVES, M.; MOJICA, F. 1999. Estudio del Efecto Químico Valorado a Nivel de Laboratorio de la Aplicación de Seis Dosis Crecientes de Vinaza en Cuatro Profundidades, en Dos Tipos de Suelo: *Dystric haplustand* y *Ustic humitropet*. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 76.
- 46) RODRÍGUEZ Q., J..M. 1987. Efecto de la Aplicación de las Vinazas como Fertirrigante de la Caña de Azúcar en un Suelo Arcilloso. Tesis Lic. Ing. Agrícola. San José, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola. 109 p.
- 47) SALAS S., L.; CHAVES S., M. A. 1993. Determinación del efecto de la materia extraña sobre la calidad industrial de la caña de azúcar, en Quebrada Azul de San Carlos, Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Octubre, 1993. Volumen 11 (1):47.
- 48) SALAZAR, J.; CHAVES, M. 1996. Evaluación de Seis Niveles de Tecnología para el Manejo Orgánico de Plantaciones de Caña de Azúcar en Juan Viñas, Caña Planta. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: Suelos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA. Volumen III. p: 167.

- 49) SÁNCHEZ, V.; COTO, J. M. 1984. Lodos de Clarificación como Fertilizante y su Efecto en las Características Químicas del Suelo y de las Aguas de Percolación. In: Congreso Agronómico Nacional, 6, San José, Costa Rica, 1984. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Julio. Volumen 1. p: 24-25.
- 50) SUBIRÓS, J.F. 1987. Efecto de la aplicación de vinazas en la producción de caña de azúcar y en las características químicas del suelo en un Mollisol de Filadelfia, Guanacaste. In: Congreso Ing. Álvaro Jenkins Morales, 3, Guanacaste, Costa Rica, 1987. Memorias. San José, ATACORI. p: 94-99.
- 51) SUBIRÓS, J.F.; MOLINA, E. 1992. Efecto de la Aplicación de Vinazas en la Producción de Caña de Azúcar y en las Características Químicas de un Inceptisol de Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16(1): 55-60.
- 52) SUBIRÓS RUIZ, F. 1995. El Cultivo de la Caña de Azúcar. 1 ed. San José, Costa Rica: EUNED. p: 353-370.
- 53) UNEP. 1982. Environmental Aspects of the Sugar Industry. An Overview. 1ª ed. Paris, Francia. UNEP- Industry & Environmental Overview Series. 27 p.

Carmen F./charla residuos agroindustriales