

**EFFECTOS DE LA MECANIZACIÓN DEL CORTE DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL
VALLE DEL CAUCA**

MILTON CAICEDO SALCEDO

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
SANTIAGO DE CALI
2007**

**EFFECTOS DE LA MECANIZACIÓN DEL CORTE DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL
VALLE DEL CAUCA**

MILTON CAICEDO SALCEDO

**Trabajo de Grado
Para optar el título de
Maestría en Administración**

**Director:
ALBERTO POTES POTES**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
SANTIAGO DE CALI
2007**

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PROBLEMAS A INVESTIGAR	19
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERENCIAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 HISTORIA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR	22
4.1.1 Etapas y estrategias de desarrollo	24
4.2 LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA	57
4.3 GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y EL DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA	60
4.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA QUEMA	63
4.5 LABORES DE CAMPO, COSECHA, MOLIENDA Y SU AFECTACIÓN POR LA NO QUEMA	69
4.5.1 Labores de campo	69
4.5.2 Labores de cosecha	72
4.5.3 Molienda	72
4.6 PROCESOS DE GENERACIÓN Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA EN EL SECTOR AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA	73
5. METODOLOGÍA	93
5.1 TIPO DE ESTUDIO	93
5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	93
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	93
5.4 TÉCNICA DE ANÁLISIS DE DATOS	94

6. EFECTOS DE LA ELIMINACIÓN DE LAS QUEMAS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA	96
6.1 EFECTOS DIRECTOS SOBRE EL SECTOR AZUCARERO	97
6.2 EFECTOS SOBRE EL PROCESO DE CORTE	98
6.3 EFECTOS SOBRE EL ALCE	102
6.4 EFECTOS SOBRE EL TRANSPORTE	104
6.5 EFECTOS SOBRE LA MATERIA PRIMA	105
6.6 EFECTOS SOBRE LA MOLIENDA	109
6.7 EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN LA FÁBRICA	110
6.8 EFECTOS EN EL CAMPO	112
6.9 EFECTOS SOCIALES LAS QUEMAS FACILITAN EL TRABAJO DE LOS CORTEROS LOS CUALES SON LA FUERZA LABORAL MAS IMPORTANTE DE LA INDUSTRIA AZUCARERA	114
7. EFECTOS DIRECTOS DE LA INDUSTRIA DE LA CAÑA EN LAS ECONOMÍAS TERRITORIALES	115
7.1 EL CONGLOMERADO ACTUAL	115
8. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA	126
8.1 CÁLCULO DE LA MATERIA EXTRAÑA	126
8.2 CÁLCULO DE SOBRECOSTOS POR MATERIA EXTRAÑA ADICIONAL Y MENOR EFICIENCIA	128
9. CONCLUSIONES	136
10. RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	147
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	150

TABLA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Etapas del conglomerado azucarero	25
Cuadro 2. Tipos de cooperación	37
Cuadro 3. Corte – Sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia del cortero	101
Cuadro 4. Sobrecosto por aumento de materia extraña y menor eficiencia del cortero	101
Cuadro 5. Corte – Sobrecosto por aumento de materia extraña y menor eficiencia del cortero	102
Cuadro 6. Alce – Sobrecosto por materia extraña	103
Cuadro 7. Sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia	103
Cuadro 8. Alce – Sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia	104
Cuadro 9. Transporte sobrecosto por materia extraña	104
Cuadro 10. Transporte sobrecosto por materia extraña	105
Cuadro 11. Transporte sobrecosto por materia extraña	105
Cuadro 12. Pago materia prima sobrecosto por materia extraña	106
Cuadro 13. Pago materia prima sobrecosto por materia extraña	107
Cuadro 14. Pago materia prima sobrecosto por materia extraña	108
Cuadro 15. Molienda. Sobrecosto por materia extraña	109
Cuadro 16. Molienda. Sobrecosto por materia extraña	109
Cuadro 17. Molienda. Sobrecosto por materia extraña	110
Cuadro 18. Rendimiento fábrica – Menores ingresos por eficiencia	111
Cuadro 19. Rendimiento fábrica – Menores ingresos por eficiencia de extracción	112
Cuadro 20. Menores ingresos por eficiencia de extracción	112
Cuadro 21. Manejo de residuos costo despeje	113
Cuadro 22. Balance azucarero mundial	120

Cuadro 23. Balance azucarero colombiano	120
Cuadro 24. Producción y productividad de caña de azúcar, 1960-1999	122
Cuadro 25. Efectos de la eliminación de las quemas en la industria azucarera	140
Cuadro 26. Efectos de la eliminación de las quemas en la industria Azucarera	141
Cuadro 27. Efecto global de la eliminación de las quemas en la industria azucarera	142

TABLA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Tipos de integración y diversificación de conglomerados	43
Gráfica 2. Evolución de la producción, consumo y las exportaciones de azúcar 1960-2000	51
Gráfica 3. Mapa del cluster del azúcar	119

GLOSARIO

Alzador: es el que alza la caña que el cortero ha amontonado en la chorra y la pasa a un trailer o vehículo transportador utilizando la alzadora mecánica.

Arrendamiento de Tierras: es un contrato efectuado entre dos partes mediante un documento legal donde el propietario de un terreno lo entrega al Ingenio para cultivo de caña de azúcar recibiendo un canon mensual o periódico de arriendo.

Brechas: son las divisiones de un lote o suerte de acuerdo al número de matas, que facilitan la organización y distribución de los tajos para cada frente de corte.

Brechero: es la persona encargada de contar el número de matas y hacer las brechas dividiendo los lotes en partes iguales para cada frente.

Cabo de Corte: es el responsable directo de todo el personal de un frente de corte.

Cama: lugar donde va acomodada la caña sobre los surcos que define el monitor y debe permanecer limpia.

Caña En Mata: contrato celebrado entre dos partes en el cual el proveedor cultiva la caña colocando todos los recursos para tal fin y con colaboración indirecta del Ingenio. En este contrato se establece la compra-venta recíproca de ambas partes. El contrato estipula que el Ingenio compra la caña en mata incurriendo en todos los costos de corte, alce y transporte.

Carpero: responsable por el suministro y cambio de los machetes al personal de los corteros, cuidado de las herramientas, vehículos, papelería y trámites de documentos de la sección.

Cepa: es la unidad productiva formada por varios tallos que provienen del desarrollo de una semilla.

Cepillado: consiste en cortar la cepa de la caña a ras del suelo, para evitar daños en la misma, desperdicios y accidentes.

Cincelar: acción de roturar profundamente el terreno con un cincel, con el fin de mejorar la estructura del terreno donde se desarrollan las raíces.

Cogollo: parte superior de la planta de la caña con bajo contenido de azúcar.

Contra Fuego: consiste en prender fuego a una suerte por el extremo contrario del punto de inicio de la quema, para evitar la propagación de las llamas a zonas no programadas. Es utilizado cuando hay incendio accidental.

Cortero: es la persona que corta la caña y utiliza como herramienta el machete.

Cuentas en Participación: contrato celebrado entre dos partes en el cual el proveedor de caña entrega la tierra para cultivarla y cosecharla, compartiendo los gastos en la inversión inicial y utilidades de acuerdo a lo estipulado en el mismo contrato (participación por producción).

Chorra: arrume de caña cortada y alineada en forma de esterilla.

Chulquin: caña que no alcanzó su desarrollo total y por tal razón tiene poco contenido de sacarosa.

Desagüe: labor cultural que se realiza para evacuar el agua estancada en una suerte después del riego o una fuerte precipitación, y de esta forma facilitar el normal desarrollo del cultivo.

Descapote: acción de remover la capa superficial del lote, a fin de destruir y reincorporar el material orgánico al lote, en búsqueda de acondicionar el relieve del terreno de acuerdo a las necesidades.

Descogollar: cortar el cogollo de la caña entre las hojas verdes y maduras.

Encalle: labor que consiste en agrupar los residuos de cosecha en un entresurco.

Enchorrar: acomodar la caña en forma horizontal entre los surcos que le indique el monitor.

Entresurco: es el espacio comprendido entre dos surcos.

Estado de la Caña: se refiere a la forma como se encuentra la caña antes de ser cortada: parada, un poco caída, medio caída y enredada, caída, caída y enraizada.

Hojas: parte lateral de la caña de azúcar que brota del tallo, la cual toma la energía del sol.

La Cosecha: la labor de la cosecha de caña abarca desde que la caña tiene la edad y maduración requerida para ser cosechada, hasta que se entrega a la fábrica para su molienda.

Lala: crecimiento de la yema ocasionado por un exceso de maduración, por daños mecánicos y/o químicos.

Limpieza Lateral: consiste en separar de la chorra la hoja, producto del descogolle, y/o cualquier materia extraña diferente al tallo.

Limpia Vías: son personas que transitan las rutas de transporte de caña, para limpiar la vía de las cañas que se caen de los vagones; para esta labor utilizan unos trozos de madera con una punta metálica en forma de “Y”, para lanzar la caña fuera de la vía.

Machete Australiano: herramienta que sirve para cortar la caña. Cuenta con un cabo de madera en sus dos terceras partes y es redondo para facilitar su manipulación. Su lámina tiene una longitud de 25 cm. y es de forma curva, posee un peso aproximado de 800 gr.

Machete Largo: herramienta que sirve para cortar caña, cuya lámina tiene una longitud de 56 cm. y un peso aproximado de 750 gr.

Maleza: se define como la mala hierba, una planta que esta fuera de su lugar y se caracteriza por su excepcional capacidad para resistir las adversidades del medio.

Materia Extraña: está compuesta por cogollos, chulquines, cepas, hojas verdes, secas y tierra que ocasionan una disminución en el rendimiento de la elaboración de azúcar.

Melga: bloque compacto de suelo mayor a 20 cm.

Monitor: supervisa que los corteros efectúen la labor con calidad, seguridad y rendimiento en el corte.

Nido: parte Inicial del tajo.

Nivel Freático: profundidad a la que está el agua por debajo de la superficie del suelo.

Pavesómetro: es un instrumento empírico capturador de partículas (Pavesa) emitidas por la quema de caña. Corresponde a una bandeja o marco construido en ángulo de aluminio que 0.42m de largo por 0.60 m de ancho y una superficie adherente de 0.25 m².

Peluquear: consiste en cortar las cañas que sobresalen tanto de los vagones como de trailer de las tractomulas, con el fin de evitar accidentes (ruptura de parabrisas y espejos retrovisores de otros vehículos, cuerdas de luz etc.).

Pie de Surco: consiste en retirar la tierra que deja el zanjador hacia el lado de la suerte para facilitar el drenaje del terreno permitiendo la salida del agua a la acequia recibidora.

Pulir: acción de desterronar al mínimo el terreno con pases de rastrillo, con el fin de mejorar las condiciones de aireación del terreno y dejar una óptima cama para futura siembra.

Quema de Caña: es el acto de incinerar las hojas de la caña en un área de la plantación previamente determinada y que se encuentre en edad y estado de maduración apta para corte, molienda y la producción de azúcar.

Raíz: parte de la planta de caña que absorbe los nutrientes del suelo y le proporciona soporte.

Rastrillar: acción de desterronar el terreno con pases de rastrillo.

Realzar Vagones: se realiza con una alzadora o manualmente. Consiste en

trasladar la caña de un vagón que ha quedado varado de algún daño mecánico en la vía o en la suerte a otro vagón en buen estado.

Resiembra: es la labor efectuada con el fin de restablecer la población perdida.

Riego por Aspersión: aplicación de agua a la superficie del terreno mediante un equipo de aspersión rociándola a la manera de una lluvia ordinaria.

Riego por Gravedad: aplicación de agua en la superficie del suelo mediante surcos durante un tiempo de riego determinado.

Riego por Ventanas: aplicación de agua en la superficie del suelo mediante la conducción de agua por tubería perforada sobrepuesta sobre la acequia cabecera.

Soca: nombre que se da a toda suerte que ha sido cosechada.

Subsolar: acción de roturar o fragmentar con un subsolador, las capas del subsuelo que se encuentran compactadas, con el fin de mejorar el drenaje interno, la infiltración del agua y la aireación del suelo. El primer pase se trabaja en dirección al sentido del surco, y el segundo sesgado a 45 grados si se requiere.

Suerte: lote cultivado en caña, rodeado por callejones y/o canales.

Surcar: acción de socavar el suelo en hileras con un surcador, con el fin de formar el lecho o cama para semilla.

Surco: espacio físico en el cual se establece un cultivo.

Tajo: lote de caña asignado al cortero.

Tallo: parte principal de la planta de caña de la cual se extrae el jugo para la elaboración del azúcar.

Terrón: bloque compacto de suelo mayor a 6 cm. y menor a 20 cm.

Tocones: son pequeños trozos de caña que sobresalen del terreno debido a un mal corte (corte alto, no a ras del suelo).

Transporte de Tiro Directo: cuando la caña es transportada directamente del cañal al patio de fábrica por tractores y trenes cañeros.

Tren de vagones: es el conjunto de vagones de 5 ó 8 (dependiendo de la vía por donde se va a transportar) halados de un tractor.

Yagua: parte de la hoja en forma tubular que va adherida cubriendo la yema.

INTRODUCCIÓN

La práctica de la quema de hoja de la caña previa a las labores de cosecha es una práctica generalizada en el medio cañero y se inició en Colombia en los años setenta para facilitar el corte y reducir el porcentaje de materia extraña que llega al Ingenio, por sus efectos adversos en el rendimiento de la extracción en fábrica y la generación de sobrecostos para la industria en varias etapas del proceso, como es el caso de los pagos adicionales que debe efectuar por concepto de corte, alce, transporte y pago a proveedores, por un material adicional.

La producción de azúcar a partir de caña sin quemar ha sido considerada como una alternativa que podría minimizar las externalidades negativas sobre la comunidad y los recursos naturales, pero la implantación de esta modalidad de producción tendría implicaciones para los diversos agentes involucrados. Por un lado los trabajadores que derivan su sustento del rendimiento logrado en las faenas del campo verían mermados sus ingresos, lo cual generaría un problema social de consecuencias impredecibles así mismo, habría costos adicionales para el sector que afectarían sensiblemente sus niveles de rentabilidad.

Conocer el impacto de la producción de caña de azúcar y sus derivados en el contexto de la economía nacional, de la región del valle geográfico del río Cauca y de los departamentos y municipios de su área de influencia.

El sector azucarero colombiano es una de las pocas alternativas del agro en la región ante la crisis del sector agrícola, ha tenido que venir evolucionando en cuanto a tecnología se refiere, ha entrado en un proceso de reestructuración de tecnología propia que le ha dado gran competitividad, pasando de ser un sector dependiente de tecnología importada a ser un sector con su propio centro de

investigaciones donde realiza constantes mejoras e innovaciones tecnológicas en distintas áreas o programas como el de variedades, agronomía y fábrica entre otros.

Estas distintas investigaciones le han permitido enfrentar nuevos desafíos y desarrollar o explotar nuevas oportunidades que conjuntamente con el mejoramiento de las prácticas culturales, las inversiones en infraestructura y equipos, y en general el mejor manejo del cultivo, han contribuido a un aumento notable de los rendimientos de caña en los últimos años.

Igualmente es de destacar que la industria azucarera genera un gran número de empleos, aproximadamente alrededor de un millón de personas dependen económicamente de este sector, que comprende el 3% del total de habitantes Colombianos y con equivalencia al 30% de la población vallecaucana. (Asocaña).

Además, promueve la inversión social en la región, inversión en infraestructura pública a nivel rural urbano, adecuación de escuelas, cuencas hidrográficas, y protección del medio ambiente entre otras actividades de mejoramiento social.

Teniendo en cuenta la disyuntiva entre crecimiento económico y conservación del medio ambiente tiene que ubicarse en el contexto de una economía que requiere avanzar en el proceso de desarrollo para cumplir con el objetivo de satisfacer necesidades en los extractos mas vulnerables, se hace necesario avanzar conjuntamente con otros estamentos de la sociedad en la búsqueda de alternativas que permitan compaginar la viabilidad económica de la producción, el bienestar de la población y conservación del entorno.

El proceso de cosechar caña verde deberá en todo caso ser paulatino y de manera simultanea con el desarrollo de equipos y alternativas tecnológicas que permitan cosechar de esta forma sin reducir significativamente la eficiencia del

proceso. Como sucedería en la actualidad, en el largo plazo se trata del diseño de maquinaria para corte sin quemar, la implementación de variedades de caña compatibles con la mecanización, entre otros y mientras se consolida la nueva alternativa tecnológica la búsqueda de procedimientos adecuados para efectuar las quemas, realización de estudios meteorológicos para disminuir el alcance de las emisiones y estaciones de monitoreo para controlar la calidad del aire.

Para la realización de la investigación se tomó como objeto de estudio a los ingenios afiliados a Asocaña. Se hizo especial énfasis en la necesidad de cuantificar, en la medida de lo posible, los costos para los agentes involucrados y para la economía en su conjunto con una determinación súbita de prohibir las quemas, es medir el costo global para la industria azucarera con un cambio de proceso.

1. PROBLEMA A INVESTIGAR

El sector azucarero es una de las pocas alternativas de la agricultura en la región, ante la crisis del sector agrícola.

Con el correr de los tiempos se ha generado un proceso de cambio en relación a la tecnología, realizando constantes mejoras e innovaciones tecnológicas en distintas áreas del proceso; actualmente se enfrenta a nuevos desafíos y al desarrollo de nuevas oportunidades que le permitan aumentar la productividad.

En esta línea de ideas la investigación tiene como propósito analizar los posibles efectos que tendría para la industria de la caña la mecanización del corte de caña, el cual está asociado a la no quema de la caña.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de la mecanización del corte de caña de azúcar en el Valle del Cauca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los efectos directos de la eliminación de las quemas en la industria azucarera.
- Identificar efectos directos de la industria de la caña en las economías territoriales

3. JUSTIFICACIÓN

El estudio se hace importante dado que los sistemas de producción para caña en verde baja la productividad y la rentabilidad de la industria azucarera e igualmente afectarían en forma directa e indirecta a los corteros de caña al perder eficiencia en las labores de corte, alce y transporte.

Por lo tanto el estudio se orienta a demostrar por medio de modelos de simulación los probables efectos que tendría la implantación de prácticas mecanizadas para el manejo de la cosecha de la caña en verde.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 HISTORIA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

En el Valle del Cauca, ningún producto ha precipitado tantas transformaciones culturales como la caña de azúcar. Estas se pueden observar desde épocas tan tempranas como el siglo XVI, cuando Sebastián de Belalcazar introdujo la gramínea desde Santo Domingo y la sembró en su estancia, situada en cercanías a lo que hoy es Jamundí,



desde donde se dispersó por la banda izquierda del río Cauca. Los estancieros más grandes de la zona en la época de Belalcazar, Gregorio de Astigarreta y los hermanos Lázaro y Andrés Cobo, empezaron a sembrarla e instalaron trapiches en sus tierras. Esto permitió que los indígenas fueran trasladados desde las cordilleras al valle, surgiendo así el pueblo de San Jerónimo de los Ingenios, hoy Amaime.

La explotación de la caña de azúcar implicó también la llegada a la región de personal capacitado en su procesamiento. Eran conocidos como "maestros de hacer azúcar" y los más notables fueron Pedro de Atienza y Rodrigo Arias, quienes llegaron a trabajar en los trapiches de San Jerónimo. La producción del azúcar ayudó a consolidar las estancias como las unidades productivas características del Valle del Cauca. En ellas se desarrollaron los primeros cultivos comerciales de caña, que exigieron transformaciones adicionales del paisaje, como la construcción de acequias para el riego, otro tipo de roturación de la tierra mediante el uso intensivo de arados de reja tirados por animales y la construcción

de galpones de beneficio dotados con su correspondiente trapiche, horno y pailas. También tuvieron honda influencia en los patrones culturales de la población, como por ejemplo, en el hecho de que los indios incorporaran a su dieta los productos de la caña, especialmente pan de azúcar, miel y guarapo.

Los trapiches son descritos así por Fray Juan de Santa Gertrudis en su obra *Maravillas de la naturaleza*: "Trapiche llaman el ingenio de moler caña dulce, para hacer azúcar. Son tres palos parados redondos a punta de compás, de vara y media de alto, engarzados uno con otro con sus dientes al modo de rueda de la matraca. El de en medio tiene su espiga, y con ella engarza la hembra de un timón como en una noria. Este tira caballos o bueyes, y cuando la caña se mete entre los tres, metida por este y sacada por el otro, la estruja de tal suerte que sale hecha una hiesca. El caldo cae abajo en una canal, y va a dar a una poza donde se recoge. De allí los pasan a los fondos de la hornasa, en donde con la candela se cuaja la miel".

Estos rudimentarios trapiches permitieron el surgimiento de los primeros ingenios azucareros en la región, pues el aumento de los productos de la estancia y la dinámica comercial que empezó a surgir a su alrededor, que incluyó exportaciones de azúcar desde épocas tan tempranas como 1589 a lugares como Panamá, Antioquia y Quito, llevó a un aumento de la rentabilidad de la tierra y, en el largo plazo, a la transformación de las estancias en haciendas, cuando a finales del siglo XVII la minería del Chocó amplió la demanda sobre las mieles, el azúcar y los aguardientes del Valle. Entre 1830 y 1898 sólo se exportaron unas 20.000 toneladas, de caña. Este bajo volumen de exportación se puede explicar precisamente porque durante este período la producción de aguardiente constituyó el renglón principal, dada su alta demanda y alto rendimiento económico. Ello fue observado por viajeros extranjeros, como Eduardo Andrés, quien en su obra *América Equinoccial* hizo una buena descripción del proceso de destilación: "Los habitantes pobres del Cauca, tanto en las cabañas como al aire libre destilan el aguardiente de caña. Los alambiques primitivos contruidos sobre

tres piedras forman la tulpá; una olla ordinaria que en su parte ventruda, cerca al cuello tiene un orificio con un tubo de bambú encajado cuyo agujero exterior cae sobre un plato de cacharrería. Sobre la olla, medio llena de jugo de caña fermentado y puesta a la lumbre, se coloca una marmita de cobre llena de agua fría que hace las veces de condensador. El alcohol gotea sobre el plato y de allí pasa a ser recibido por otro tubo cubierto con un poco de algodón en rama para impedir que el vapor escape". En las haciendas grandes la producción era más sofisticada, como ocurría en la hacienda *Corinto*, del general Julián Trujillo, donde Andrés encontró "una destilería en plena cordillera. No alcanzo a imaginar cómo trajeron hasta aquí la maquinaria necesaria para su establecimiento. Estos aparatos rinden diariamente hasta quince arrobas de alcohol".



El incremento en la explotación de la caña fue rompiendo la lógica tradicional de la producción: a finales del siglo XIX, el bagazo no fue suficiente como combustible para su beneficio, lo que obligó a los trapicheros a comprar "derechos de bosques", de donde obtenían leña para los hornos. Si se tiene en cuenta que también se estaba ampliando la ganadería, se puede pensar

que en esta época se consolidaron las transformaciones del paisaje vallecaucano, las que se aceleraron con el surgimiento de los modernos ingenios del siglo XX, cuyo crecimiento y consolidación llevó finalmente a que la caña se impusiera en el sector agropecuario y el azúcar en el industrial.

4.1.1 Etapas y estrategias de desarrollo. Los hechos más importantes asociados a la industria azucarera que a lo largo del siglo XX marcaron su desenvolvimiento, permiten identificar varias etapas en el desarrollo de la industria. En el cuadro 1 se resumen las cuatro fases de desarrollo del *cluster*: inicio, crecimiento, integración e internacionalización. Para cada una de ellas se refieren los principales acontecimientos, las políticas públicas y estrategias más

representativas, siendo éstas el eje sobre el cual se explica la construcción del conglomerado.

Cuadro 1. Etapas del desarrollo del conglomerado azucarero

Períodos	Hechos externos e internos	Políticas públicas	Estrategias
Etapa de Inicio 1900-1925	<ul style="list-style-type: none"> -Apertura del Canal de Panamá - Primera Guerra Mundial - Alza del precio internacional del azúcar 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del ferrocarril Cali- Buenaventura - Desarrollo del puerto de Buenaventura - Creación del Departamento del Valle del Cauca - Carreteras Cali, Bogota, Medellín 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del negocio medular - Integración de cadenas de valor independientes
Etapa de crecimiento 1926-1958	<ul style="list-style-type: none"> - Emergencia económica nacional, 1925 a 1930 - Gran depresión, 1930 	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción del modelo de sustitución de importaciones - Integración de la infraestructura de conectividad nacional - Creación de instituciones de Apoyo 	<ul style="list-style-type: none"> - Progreso tecnológico - Diferenciación del negocio medular - Consolidación del proceso medular
Etapa de Integración del Conglomerado 1959 -1960	<ul style="list-style-type: none"> - Revolución cubana, 1959 - Asignación de cuota de exportación a los Estados Unidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforma Agraria, 1966 - Adopción del modelo de sustitución de importaciones con promoción de exportaciones - Proyecto Salvajina 1984 	<ul style="list-style-type: none"> - Vinculación de nuevos cultivadores - Estrategia de cooperación - Integración y diversificación productiva
Etapa de Apertura e Internacionalización 1991 a hoy	<ul style="list-style-type: none"> -Proceso de integración Andina - ATPA - Sobreproducción Mundial de azúcar - Crisis económica y aguda recesión en 1999 	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción del modelo de desarrollo de economía abierta - Mecanismos de estabilización de los precios internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de exportaciones - Inversión en el exterior - Compromiso con el medio ambiente - Cambio del negocio medular

Fuente: Centro Nacional de Productividad.

Etapa inicial. La primera fase del desarrollo del cluster —etapa de inicio— comprende el período 1901-1925. Caracterizan a esta etapa tres estrategias: la construcción del negocio medular, la integración de cadenas de valor independientes y la política pública de integración regional, las cuales se describen a continuación:

La construcción del negocio medular: en 1901 se puso en funcionamiento el primer molino importado movido a vapor para la molienda de caña y la obtención de azúcar centrifugada y con él, comenzaron a quedar atrás los métodos artesanales que hasta entonces se utilizaban para la producción de panela y pan de azúcar.

Ese primer trapiche permitía moler 50 toneladas de caña por día. Hoy, la industria procesa 70 000 toneladas diarias y genera 2 400 000 toneladas de azúcar al año, de las cuales se exportó 1000.000 de toneladas el año 2000.

El primer molino a vapor antes referido, revela el inicio de la primera gran estrategia de quienes fueron los pioneros en el negocio azucarero: la creación de los ingenios azucareros como negocio medular, dedicados a la producción de un bien para el cual prácticamente no existía un mercado nacional (sólo mercados regionales).

El establecimiento de las fábricas se hizo básicamente con los excedentes generados por la explotación de las haciendas de un grupo de familias tradicionales del Valle del Cauca y familias inmigrantes extranjeras, las cuales al finalizar la esclavitud en la mitad del siglo XIX, no habían encontrado, pese a la gran diversidad agropecuaria, un producto que significara una ventaja comparativa clara y sostenible para su desarrollo; ni tenían un mercado nacional o internacional al cual abastecer fácilmente, debido al aislamiento de la región por falta casi absoluta de vías de comunicación, entre ellas a Buenaventura.

La irrupción en el tranquilo ambiente de una comarca aislada del mundo, en la segunda mitad del siglo XIX, de un inmigrante de origen báltico-norteamericano, el señor Santiago Eder, encauzó los esfuerzos de “prueba y error” en las actividades de producción y exportación asociadas al café, ganadería, tabaco, quina, oro, caucho, cuero, panela, hacia el cultivo y aprovechamiento de la caña de azúcar

como ventaja natural para impulsar el desarrollo de la región.

Eder como pionero de la industria azucarera moderna se caracterizó por ser un empresario innovador *Schumpeteriano*: hombre de gran energía y visión, dotado de gran capacidad para establecer nuevas combinaciones de factores económicos y sociales, capaz de desechar antiguos métodos y de enfrentar a los grupos sociales tradicionales destruyendo su mundo y creando uno nuevo, lo que sintetiza un proceso social de destrucción creadora, esencia del empresario innovador.

La tasa de imitación de las prácticas empresariales innovadoras del pionero, se manifestó con el surgimiento de nuevos líderes regionales, cuya capacidad de combinar el capital cultural, social, patrimonial y político, les permitió convertirse en “capitanes de industria”, o “elite modernizante”, mediante el establecimiento de nuevos ingenios, que consolidaron el azúcar como negocio medular y eje articulador del desarrollo de la región. Al finalizar esta primera época (1925), ya se habían establecido los dos primeros ingenios: Manuelita y Río Paila, y descendientes de los antiguos esclavos se habían convertido en corteros (trabajadores en la zafra) y operarios de las nuevas industrias.

El papel de las políticas públicas: desde el comienzo del siglo XX se observa que la construcción del conglomerado del azúcar se dio *par y paso* con el desarrollo del Valle del Cauca como región. La industria azucarera estructuró la economía regional y determinó su especialización productiva, al tiempo que la región y la nación configuró la plataforma que lo hizo posible.

En 1910, surgió el Valle del Cauca como entidad territorial —Departamento— y con ello, la región ganó un grado de autonomía mayor para definir su propio destino. Sin embargo, la mayor realización del Estado que el sector azucarero supo aprovechar, fue la construcción entre 1900 y 1930, de la infraestructura nacional de conectividad terrestre y portuaria.

La apertura del canal de Panamá en 1914, condujo al desarrollo del puerto de Buenaventura, la construcción del ferrocarril del Pacífico, el uso de vapores en el río Cauca, la construcción de la carretera Cali-Buenaventura y la conexión con el interior del país. Estas obras, que fueron realizadas con recursos provenientes de la indemnización de los Estados Unidos por la pérdida de Panamá, permitieron transformar al Valle del Cauca en el corredor de acceso al mercado del interior del país y de salida de la producción agrícola (especialmente café), hacia el mercado internacional. Con ello, la naciente industria azucarera despegó.¹ La integración del mercado nacional hizo que más de 20 ingenios dispersos por toda la difícil geografía nacional, los cuales atendían sus respectivos mercados locales, perdieran su razón de ser y algunos de los equipos y máquinas de producción fueran trasladados al Valle del Cauca, para consolidar los nuevos ingenios, donde las condiciones naturales y sociales los hacían más productivos en todo sentido. De esta manera la infraestructura física contribuyó para que se cumpliera una de las características básicas de los *cluster*: su concentración geográfica.

En esta época, también con el concurso del gobierno y los cultivadores, se dieron los primeros pasos en materia de investigación. En 1920 llegó al país una misión científica inglesa, la cual dio lugar a la creación de la Granja Experimental de Palmira, el primer centro para la investigación y experimentación agrícola de la

¹ Al respecto, se transcribe un texto escrito en 1913 que revela la visión de los fundadores de la industria: “cuando se abra el canal de Panamá y se termine el corto ferrocarril desde Buenaventura y su prolongación hacia el norte y el sur del valle...dado un transporte más barato no se necesita ser un profeta para alejar las reses de los campos donde...las plantaciones de caña de azúcar dan fruto por tres o cuatro generaciones sin necesidad de volver a sembrar o de fertilizar y la molienda se lleva a cabo durante todo el año para producir por lo menos 200 mil toneladas de azúcar anuales. No sería osado predecir que el lugar del mundo que más se beneficiará con la apertura del Canal y Panamá será el Valle del Cauca, pero quizás este escritor esté demasiado parcializado a su favor”. Phanor James Eder, Colombia, publicado por Charles Scribner’s Sons, Nueva York y Fischer Unwin, Londres, 1913. Copyright 2001 de la versión en español por Manuelita S.A., p. 222.

región, y con seguridad uno de los primeros de Colombia, dedicado a investigar diferentes cultivos, entre ellos la caña de azúcar.

Integración de cadenas de valor independientes: las oportunidades generadas por la infraestructura para acceder a nuevos mercados, en contraste con la carencia en la región de industrias complementarias y de apoyo para las actividades de campo, producción y comercialización, implicó que el establecimiento de nuevos ingenios conllevara la realización de todas las actividades agrícolas, industriales y de comercialización, con recursos propios y bajo su pleno control. Esta estrategia centrada en un modelo de desarrollo “hacia adentro”, condujo finalmente a que los ingenios se convirtieran en grandes empresas, con una fuerte integración vertical, alto número de empleos, abultados gastos de mantenimiento, y escasos niveles de sinergia o complementariedad entre ellos. Un ejemplo propio del modelo de producción “fordista”, en un contexto que acogía a los nuevos empresarios industriales y toleraba las deficiencias propias de un modelo de gestión tradicional.

Etapas de crecimiento. Comprende el período entre 1926 y 1958. Los hechos que marcan el inicio de esta etapa lo constituyen una grave emergencia económica nacional en 1925, la realización de la misión Chardón en 1929 y la adopción del modelo de sustitución de importaciones. A continuación se reseñan las principales estrategias desplegadas en desarrollo de estos acontecimientos.

Progreso tecnológico. Incorporación de nuevas variedades: Uno de los primeros logros en materia de desarrollo tecnológico, lo constituye la misión del experto Charles Chardon, ideada por el Ministerio de Industria y los propios cultivadores e industriales de la región, la cual condujo a la sustitución de la variedad de caña existente por nuevas traídas de la Isla de Java, Barbados y Cuba; la institucionalización de la investigación biológica en la primera estación experimental; el aumento del área de cultivo, abandonando el temor a concentrarse en el negocio del azúcar.

El papel de las políticas públicas: la más importante decisión de política que marcó el inicio de una nueva época para la industria del azúcar, fue la adopción del modelo de sustitución de importaciones en 1931, mediante el establecimiento de aranceles a la importación de azúcar, que cumplieron los propósitos de estimular la creación de nuevas empresas, conformar el mercado interno y generar excedentes para reinvertir en otros negocios.

El arancel a las importaciones se ha conservado y hoy es del 20%. De esta manera se neutraliza la amenaza de importaciones y se protege a la industria de las distorsiones y cambios del mercado internacional. Pero también por esta vía se permite a las empresas mantener altos costos de producción, altos precios internos y con ello, retrasar algunos cambios estratégicos que la industria necesita

La producción de azúcar se incrementó con el surgimiento de nuevos ingenios. En el período que comprende esta etapa (1926-1958), el número de ingenios pasó de dos a 22, como parte de un dinámico proceso de industrialización, particularmente intenso en el valle del Cauca.

De esta etapa del desarrollo del *cluster* se destaca por su importancia para la industria azucarera la Corporación Autónoma Regional de Valle del Río Cauca (CVC). Esta institución se creó en 1954, por iniciativa local pero y basado en la experiencia de la TVA (*Tennessee Valley Authority*) en los Estados Unidos, la cual fue concebida para impulsar el desarrollo de esa deprimida región con ocasión de la gran crisis de 1929, mediante la construcción de grandes obras de infraestructura que facilitaron el desarrollo de las actividades económicas.

Esta institución fue la primera de su tipo en Colombia y una de las pocas que se crearon por aquella época en América Latina. Aportó a la región dos grandes transformaciones: la electrificación de buena parte de la región cultivada de caña, y la adecuación del río Cauca, mediante la construcción del embalse de salvajina y obras complementarias que permitieron la recuperación de más de 80 000

hectáreas de terrenos aptos para el cultivo de caña, que periódicamente se inundaban generando grandes pérdidas. No obstante, algunas opiniones divergentes afirman que esto significó la destrucción de uno de los patrimonios naturales de la región: los humedales de la madre vieja del río Cauca, y su rica diversidad de flora y fauna.

Otra política pública de gran importancia para el crecimiento de la industria, la constituyó el establecimiento de líneas de crédito y capitalización. Desde la creación en los años treinta de la Caja de Crédito Agrario y el Banco Central Hipotecario, por parte del gobierno nacional, el sector cuenta con acceso a recursos para el financiamiento de su desarrollo.

En 1934 se creó la Escuela Superior de Agricultura Tropical, que posteriormente se convirtió en la primera Facultad de Agronomía de la región y en 1945 fue creada por iniciativa regional, la Universidad del Valle, las cuales forman desde entonces, mano de obra calificada y profesionales para la industria y la región.

Diferenciación del producto medular: el crecimiento del mercado nacional impulsado por el aumento de la población, el proceso de migración hacia las ciudades en formación, el rápido crecimiento industrial y del ingreso *per cápita*, condujeron a que los nacientes ingenios enfocaron sus estrategias a diferenciar el producto básico, mediante el precio, calidad, imagen o la no diferenciación. Sin embargo, por tratarse de un producto genérico, el grado de diferenciación no puede ser muy amplio.

Diferenciación del producto: se logró mediante la aplicación de tecnologías de fabricación para optimizar los procesos, en orden a conseguir menores costos, especificaciones demandadas por algunos clientes industriales (laboratorios, bebidas y dulcería fina), mayor rendimiento o recuperación de azúcar, mayor valor agregado o mejor calidad final del producto. En desarrollo de esta estrategia,

algunos ingenios ensancharon su capacidad instalada para producir, según su calidad, cuatro presentaciones: crudo; blanco, blanco especial y refinado.

Diferenciación del precio: en relación con el precio interno, históricamente ha existido una gran tensión, dado que cada ingenio tiene sus propios costos y sus propias políticas de precios, y que las diferentes mezclas de producto, permiten diferenciar sensiblemente el precio. En algunos períodos se han presentado guerras de precios, las cuales generalmente terminan, con la unificación de precios base o mínimos.

Diferenciación de marca e imagen: si bien en mercadotecnia se dice que los productos de primera necesidad “no existen”, algunos ingenios han luchado por diferenciar su marca, proyectar algunos de los atributos especiales de sus productos y desarrollar nuevas presentaciones y calidades del producto. En desarrollo de esta estrategia, desde 1953 el ingenio Manuelita generó un posicionamiento de marca significativo, al punto que es el *top mind* de recordación asociado a la imagen de producir “la mejor azúcar del país”. Diferenciación de la calidad: desde los años cincuenta, cuando un primer ingenio produjo azúcar refinada hasta hoy, solamente cuatro ingenios, producen este tipo de azúcar como estrategia de diferenciación; uno de ellos —Manuelita—, tiene un proceso de fabricación especial que recientemente, ha merecido ser reconocido por la embotelladora Coca-Cola como el único proveedor certificado de América Latina.

Consolidación del poder de negociación: el nivel de desarrollo alcanzado por la industria hacia los años cincuenta, en términos de su tamaño, medido por el valor de las inversiones realizadas, los mercados conquistados y los productos desarrollados, condujo al establecimiento de barreras de ingreso a nuevos competidores.

A continuación se refieren algunos de los mecanismos del poder de negociación

de los azucareros respecto de los demás agentes de la competencia, contruidos principalmente en este período de crecimiento y vigentes hasta hoy.

Poder de los proveedores: el principal insumo para la producción de azúcar, es por supuesto, la caña. Entre los factores que históricamente le han dado poder de negociación a los cultivadores se mencionan, el hecho que la caña no tiene amenaza de otro producto sustituto que los ingenios puedan utilizar para la producción de azúcar; la dificultad para cambiar de proveedor, dado que en muchos casos se suscriben contratos hasta por 10 años; el hecho que un área cultivada importante, se vende a los ingenios o a los productores de panela, dependiendo del precio en el momento dado; el alto valor que representan las compras que los ingenios hacen a los cultivadores de la caña; el alto impacto de la caña sobre la calidad del azúcar, en términos de sacarosa por tonelada de caña cosechada.

A su turno, el poder de negociación de los ingenios en su relación con los proveedores deriva de la dispersión o no concentración del poder negociador de los proveedores; la posibilidad de acudir a nuevas tierras y proveedores; la mentalidad “rentista” del cañicultor; la ausencia de integración de los cultivadores hacia adelante; la dificultad para desarrollar en la región otro cultivo más rentable; la capacidad de los ingenios para ocuparse del cultivo, corte, alce y transporte de la caña.

En este juego de posiciones, no pocas han sido las tensiones entre los dos; como tampoco han sido escasas las razones para estar unidos. Como quiera que el poder de negociación entre dos agentes se defina finalmente, a favor de quien tiene la capacidad para cambiar el precio del producto, la conclusión es que la capacidad de negociación es favorable a los ingenios, especialmente respecto de los cultivadores no empresarios, a quienes últimamente, incluso pueden inducir a aceptar el cambio en el método de cálculo del valor de la caña: ya no con base en

el peso, sino por el rendimiento de sacarosa, lo cual obliga al cultivador a mejorar la productividad.

Poder de los compradores: una de las mayores fuentes de poder de los azucareros deriva de la protección arancelaria que tiene el negocio desde 1931, la cual alcanza el 20%. De esta manera se ha neutralizado la importación de azúcar de países como Guatemala, que puede llegar a proveer azúcar a buenos precios, al menos en la zona norte de Colombia. Los azucareros han mantenido una alta capacidad de influir en las decisiones de política pública, debido al grado de inserción social, económica y política de sus miembros; la capacidad de interlocución técnica y política de sus organizaciones; el dominio de la información sobre el comportamiento de la industria en el contexto internacional; la importancia social y económica que sus actividades tienen para la economía regional y nacional. En consecuencia, los ingenios controlan todo el mercado nacional y por consiguiente el poder de negociación de los compradores es limitado.

Amenaza de productos sustitutos. Aunque el azúcar es históricamente, un sustituto de la panela, esta sigue teniendo una participación importante en el mercado de los edulcorantes y bebidas energizantes en Colombia. Recientemente, el crecimiento del consumo de la panela ha venido aumentando, mientras el consumo de azúcar ha tendido a mantenerse estable, desde los años ochenta y dado que los productos saludables están ganando mercado, es probable que la panela consolide su participación.

En los últimos años el aspartame y otros edulcorantes generalmente importados, han venido aumentando su penetración en el mercado interno, de manera más dinámica que el azúcar, aunque su participación en el mercado total aún es muy reducida.

Amenaza de ingreso de nuevos competidores. El alto valor de las inversiones que

implica establecer una nueva industria, la capacidad instalada sin utilizar; la integración productiva que genera una economía de escala y el cubrimiento pleno el mercado nacional, han impedido que nuevos ingenios entren en escena.

Nivel de rivalidad entre los competidores actuales: la competencia entre los ingenios está limitada por un acuerdo para repartirse el mercado entre los productores nacionales, mediante la asignación anual de cuotas de ventas proporcionales a la capacidad de producción de cada ingenio.

En este marco, la rivalidad se enfoca a la conquista de mejores clientes y mejores precios. El precio interno se fija sobre la base del precio de venta del azúcar de otros países, más el arancel de importación. El precio externo, lo fija el mercado internacional, y debido a su volatilidad, con frecuencia es menor que el costo de producción.

El balance final del grado de consolidación del sector, sugiere que en torno al negocio medular, se construyeron grandes barreras de entrada a nuevos competidores y que los ingenios cuentan con alta capacidad de negociación frente a proveedores y clientes, al punto que esta característica puede haber sido, en parte, responsable de la comodidad y parálisis estratégica que se observa en algunos ingenios, los cuales han estado centrados en explotar al máximo las ventajas ganadas, sin preocuparse demasiado por la ubicación que sus empresas puedan tener en el futuro.

Etapa de integración del conglomerado. Vinculación de nuevos cultivadores: la Revolución Cubana y la consiguiente asignación a Colombia de una cuota exportadora a los Estados Unidos por una parte y, la decisión del gobierno nacional de ajustar el modelo de sustitución de importaciones con la promoción de exportaciones por otra, se convirtieron en factores que aportaron nuevo impulso a la conformación del conglomerado; entre las estrategias específicas para tal

propósito, se mencionan las siguientes:

- Fundar un ingenio suponía tener un área de cultivo propio. En cierto modo, los ingenios fueron extensiones del cultivo de la caña. No se consideraba conveniente depender de los proveedores.
- La apertura de las exportaciones hacia el mercado americano en los años sesenta, trajo consigo el incremento de las áreas cultivadas de caña. Por la misma época, la amenaza sobre los predios no explotados de llegar a ser objeto de la reforma agraria puesta en marcha por el gobierno nacional, condujeron a la integración de nuevos áreas al cultivo.
- La evolución de la tenencia de la tierra muestra cómo entre 1960 y 1990, los ingenios redujeron del 75% al 24% el área de su propiedad sembrada de caña, mientras los proveedores pasaron de representar el 18% al 70%.

Sin embargo, por el tipo de contratación entre los ingenios y los proveedores (arrendamiento, cuentas en participación, proveedores en administración), los ingenios conservan el control o manejo directo del 50% del área cultivada.

Colombia tiene hoy 200 0000 hectáreas cultivadas, 1 200 cultivadores y el 25% de la tierra es propiedad directa de los ingenios. Entre tanto, Australia tiene 500.000 hectáreas sembradas; 26 000 cultivadores y solo el 2.5% de la tierra es propiedad de los ingenios. Con estos indicadores, mientras en Colombia el área promedio por cultivador es de 92 hectáreas, en Australia es de 70 hectáreas.

Curiosamente, al mismo tiempo que se incorporó nuevos predios al cultivo del azúcar, se dio fin al proceso de establecimiento de nuevos ingenios. Llegando a existir 22 en 1960, comenzó el fenómeno de reducción de ingenios, hasta llegar a 13 dos décadas después. La desaparición obedeció a las dificultades de los más pequeños para conseguir la escala de producción necesaria; los altos requerimientos de capital de trabajo; el no haber hecho tránsito de un modelo de organización propio de la hacienda colonial a uno moderno o industrial; las tensiones entre familiares propietarios; el poder de negociación y penetración en el

mercado de los más grandes, entre otras razones.

Estrategia de cooperación: uno de los elementos que define la existencia de un *cluster* es la cooperación entre los agentes que lo configuran. Esta puede ser de diferentes niveles o tipos e incluso combinaciones. En efecto, pueden darse formas de cooperación bilateral o entre dos agentes; multilateral, cuando involucra la mayor cantidad de actores. También existen la cooperación horizontal o entre agentes de un mismo nivel y vertical que se refiere a los vínculos entre clientes y proveedores de productos o servicios diferentes pero complementarios (véase el cuadro 2).

Cuadro 2. Tipos de cooperación

Cooperación	Bilateral	Multilateral
Horizontal	Se comparten algunas actividades	Asociación sectorial
Vertical	Mejoras en las relaciones entre los productores (proveedores y clientes)	Alianza entre los eslabones de una cadena de valor local

Fuente: Schmitz, 2000.

La cooperación bilateral horizontal es muy común entre las empresas azucareras; se presenta tanto en las relaciones formales como informales. Es el caso de algunos ingenios cuando se unen para comprar insumos; convocan actividades conjuntas de capacitación; utilizan un mismo canal de comercialización; y muy especialmente en el intercambio de información de todo tipo entre quienes perteneciendo a diferentes empresas tienen otra clase de vínculos (profesionales, personales, gremiales), lo cual contribuye grandemente a socializar los aprendizajes y reducir el costo de acceso a la información y la innovación, para quienes no son pioneros.

La cooperación bilateral vertical se observa en los casos de subcontratación de mano de obra, servicios especializados de mantenimiento, reparación, consultoría,

etc. Se presenta tanto hacia atrás, como hacia adelante. La primera, especialmente entre los proveedores de caña y los ingenios; la segunda, entre los ingenios y algunos de sus clientes, llegando incluso a la vinculación accionaria.

Salvo excepciones, la colaboración vertical de los ingenios con las empresas que utilizan azúcar como un insumo significativo es escasa, y prácticamente sus relaciones son sólo de tipo comercial. En efecto, las relaciones de empresas como Sucromiles, Propal, Levapan, las industrias licoreras y otras que producen confites, con los ingenios como sus proveedores de materias primas, están limitadas al simple vínculo entre quien vende y quien compra un insumo. Sin embargo, las exportaciones conjuntas constituyen un avance significativo en el proceso de integración.

La cooperación multilateral horizontal se observa en la existencia de las diferentes asociaciones que se han creado.

En 1959 se constituyó Asocaña, entidad de representación gremial de los ingenios azucareros (no de los cultivadores independientes, aunque pertenecen a ella, un número pequeño), la cual concreta con el gobierno, entidades, gremios y organismos internacionales, políticas y acciones de interés mutuo, fortaleciendo el poder de negociación de sus asociados. Tiene 15 comités que estudian y adoptan acciones de mejoramiento en temas como seguridad industrial, bienestar de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente, entre otros.

En 1961 surgió, la Comercializadora Internacional de Azúcares y Mieles (Ciamsa), siendo el brazo comercial en el exterior y el regulador del precio interno. Maneja las exportaciones conjuntas de los ingenios.

Dicsa, es la empresa que comercializa dentro del país los azúcares y mieles de los ingenios.

Las mieles se utilizan para la alimentación animal, licoreras y empresas sucroquímicas.

Procaña, creada en 1973, es la asociación de los cultivadores de caña; el número de afiliados es considerable pero hay otros no vinculados.

Cenicaña creada en 1977 es el Centro de investigaciones y asesoramiento técnico para el cultivo de la caña; se financia con un autogravámen equivalente al 0.55% de las ventas totales de los cultivadores e ingenios. En el año 2000 tuvo 3 millones de dólares de presupuesto y en los últimos 10 años se han invertido cerca de 26 millones de dólares.

Uno de los mayores logros de Cenicaña es el desarrollo de nuevas variedades, y el mejoramiento de las existentes, mediante el estudio de microclimas y la adaptación de variedades a cada uno de ellos. Colombia es hoy uno de los países con mayor número de variedades desarrolladas y adaptadas por tipo de suelo. Esto y otras innovaciones han permitido reducir el tiempo de corte de la caña de 18 a 12 meses, y con ello asegurar para Colombia el primer lugar mundial en la productividad que relaciona toneladas de caña por hectárea cultivada.

Cenicaña hace parte del consorcio internacional integrado por 18 centros de investigación, de 12 países, que trabajan en el desarrollo del genoma y marcadores moleculares de la caña de azúcar para descubrir genes resistentes a las enfermedades y variedades con mayor contenido de sacarosa.

Sin duda, una experiencia que sitúa a Colombia en la frontera del conocimiento. A nivel nacional interactúa especialmente, con Colciencias, la agencia gubernamental que impulsa la ciencia y la tecnología en el país.

Tecnicaña, nacida también en 1977, integra a más de 600 profesionales y

técnicos; se ocupa de analizar los problemas de innovación tecnológica del cultivo y sus industrias derivadas. Como se observa, cada uno de los agentes básicos del conglomerado cuenta con asociaciones propias para hacer frente común ante los riesgos y oportunidades y, aunque realizan algunas actividades conjuntas entre ellas, carecen de un plan de acción integrado y de largo plazo.

Finalmente, la cooperación vertical multilateral, que se refiere a la integración en el más amplio nivel de los agentes de toda la cadena, incluyendo las instituciones regionales de educación, investigación, construcción de obras civiles, los gobiernos municipales y regionales y demás actividades de apoyo al *cluster*, muestra en el presente caso, la realización de actividades puntuales, centradas en proyectos concretos y no en la construcción y puesta en marcha de una visión compartida, de largo plazo, que oriente el desarrollo del *cluster*.

De todos los tipos de cooperación referidos, quizá el que menor desarrollo ha tenido es la cooperación vertical multilateral, que es justamente la que corresponde a los *clusters* con mayor grado de desarrollo.

Las anteriores observaciones permiten afirmar que si bien existen múltiples formas de cooperación entre los agentes que configuran el conglomerado del azúcar en el Valle del Cauca, éstas corresponden a vínculos creados históricamente, a partir de las relaciones comerciales y los intereses primarios de quienes perteneciendo a un mismo negocio, deben unirse para sobrevivir, antes que a políticas de asociatividad promovidas desde el gobierno nacional o regional, cuyo papel se limita a reconocer la existencia de tales organismos como interlocutores en las relaciones que los vinculan.

En otras palabras, las diferentes formas de cooperación verificables se han establecido como mecanismo de las propias empresas para crear o mantener los beneficios derivados de la localización geográfica, lo que Alfred Marshall llamó las externalidades por aglomeración o ventajas que obtienen las empresas por estar

unas cerca de otras y que se manifiestan en el desarrollo de proveedores especializados en las diferentes etapas del proceso productivo, gracias al alto flujo de información novedosa sobre mejores prácticas de cultivo, gestión y manufactura.

Pero el hecho de contar con tales beneficios o externalidades estáticas, no significa que los agentes del conglomerado sean una comunidad con un sentido de dirección definido a largo plazo, que administre su propio proceso de aprendizaje colectivo, en orden a elevar no sólo su eficiencia sino, a desplegar toda su potencialidad estratégica, de manera que se construyan externalidades dinámicas, basadas en el aprendizaje derivado de la interacción entre las empresas.

En estricto sentido, la existencia de un *cluster* sólo se puede afirmar en los casos donde sea evidente la existencia de comunidades inteligentes, con capacidades estratégicas para concertar y dirigir una visión compartida; orientar los cambios y asegurar la creación de ventajas competitivas basadas en el conocimiento y en un alto dominio de la cadena de valor global a la cual pertenece.

En suma, se afirma que la organización empresarial azucarera del Valle del Cauca corresponde más a un *cluster* en formación, que a un *cluster* avanzado, en el cual si bien se reconoce que la cooperación surge de la interdependencia está sólo se da actualmente, hasta ciertos niveles.

Integración y diversificación productiva: la acumulación de excedentes en una industria protegida y el crecimiento del mercado doméstico, principalmente, condujeron al surgimiento de diferentes modalidades de integración y diversificación, dirigidas a lograr un mayor cubrimiento del mercado nacional, la generación de mayor valor agregado para disminuir la dependencia del producto básico, aprovechar los subproductos, neutralizar las fluctuaciones del precio del

azúcar y asegurarse en todo caso, una complementariedad directa con el negocio del azúcar. A continuación se refieren y ejemplifican, los principales mecanismos utilizados en este propósito, los cuales se muestran en el gráfico 1. Las estrategias de integración tienen dos posibilidades:

- La ampliación de un negocio, hacia atrás o hacia adelante (también llamada integración vertical). Se da cuando, por ejemplo, un ingenio compra tierra para el cultivo y suministro de su propia caña (integración hacia atrás).
- La entrada y control, derivado de un desarrollo interno o una adquisición. Estas a su vez, pueden ser de control total o parcial de la propiedad. Este es el caso productor de bebidas (gaseosas), cuando adquirió el control de tres ingenios, con el claro propósito de garantizarse el suministro de su principal materia prima, el azúcar.

Las estrategias de diversificación pueden ser relacionadas o no relacionadas. Las primeras consisten en el englobamiento de otros negocios de la cadena de valor, dentro de una misma organización, dando lugar generalmente, a la conformación de conglomerados clásicos, con un alto nivel de sinergia o complementariedad

Esta situación la ejemplifica la creación de un grupo de empresas confiteras, por parte del ingenio Río Paila.

Las estrategias de diversificación no relacionadas se refieren a las inversiones en sectores diferentes al que genera los excedentes para adquirirlos. Como ejemplo se refieren el caso de los ingenios Manuelita y Mayaguez.

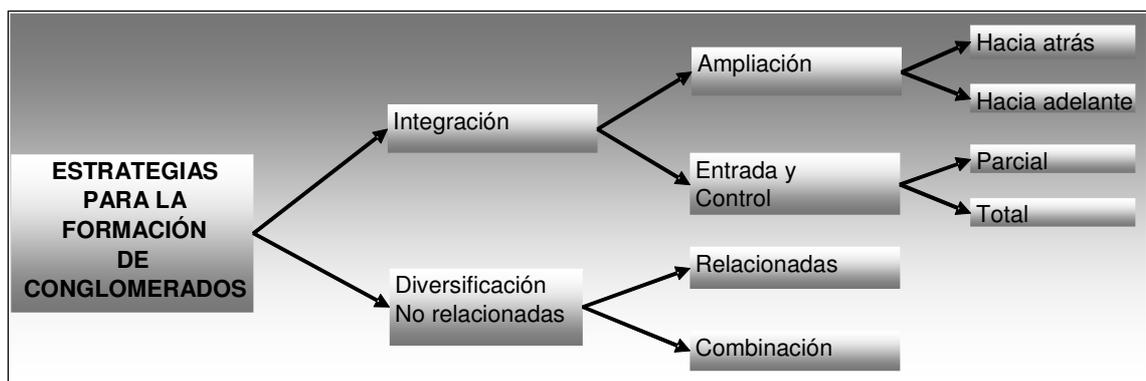
Las estrategias combinadas de integración y diversificación son una de las modalidades más interesantes por su contribución a la construcción de los *cluster*.

La unificación administrativa de los ingenios, con base en el hecho que tienen algunos accionistas comunes, dan cuenta de esta opción.

La estrategia de retirada se da cuando una empresa revierte o aborta una integración o diversificación. El caso podría ser el hecho que habiendo sido el grupo Manuelita, fundador del ingenio del Cauca y de Sucromiles, se desprendió de estas empresas y se direccionó hacia un modelo de diversificación no relacionada.

Sin embargo, por el tipo de contratación entre los ingenios y los proveedores (arrendamiento, cuentas en participación, proveedores en administración), los ingenios conservan el control o manejo directo del 50% del área cultivada.

Grafico 1. Tipos de integración y diversificación de conglomerados



Fuente: Centro Nacional de Productividad, basada en Henry Mintzberg, obr. cit.

A continuación se refieren algunas de las características más importantes del conglomerado, relacionadas con la estrategia de integración y diversificación:

- ♦ Existen ejemplos de todos los tipos de integración y diversificación, y no una selección única o predominante.
- ♦ Los ingenios azucareros son en su mayoría, grupos familiares de corte capitalista, cerrados a la participación de otros accionistas y tienden a configurarse como conglomerados independientes (*clusters* propios) que a su vez, hacen parte del *cluster* regional.
- ♦ El uso de los excedentes del negocio azucarero para inversión en otros sectores, ha contribuido a eludir el riesgo que generan los *commodities* con precio

de alta volatilidad. Pero esta estrategia, que no es mala, puede conllevar eventualmente la pérdida de oportunidades para generar mayores niveles de sinergia o complementariedad. Esto resulta ser particularmente cierto en relación con negocios como los de las bebidas, confites, jugos, mermeladas, los cuales, dependiendo del azúcar, en muchos casos se encuentran más desarrollados en otras regiones del país, bajo el liderazgo de empresarios no vinculados al *cluster*.

- ♦ Algunas de las razones que estimulan la diversificación no relacionada han sido, la necesidad de utilizar el exceso de efectivo; el capricho o deseo personal de un propietario, de probar un nuevo negocio; el temor a que el negocio medular decline; la conveniencia de estar cubiertos ante los fenómenos cíclicos, como el bajo precio, entre otras razones.

- ♦ A la hora del balance final, solamente dos grupos económicos: Río Paila y Ardila Lule han sacado el mayor provecho del encadenamiento productivo asociado al azúcar, y en el caso de Río Paila, el mayor grado de inserción en el mercado mundial.

- ♦ En contraste, algunos de los ingenios que acudieron a estrategias de diversificación no relacionada, se encuentran atrapados en la idea que el ingenio es su “renta” más segura, a la cual ciertamente hay que cuidar, pero siempre entendiendo que sus excedentes deben ser utilizados para diversificar en otros sectores. Con esta concepción, algunas de las inversiones de riesgo en otros sectores cuyo funcionamiento los azucareros no conocen bien, como los servicios financieros, actividad inmobiliaria, confecciones, industrias diversas u otros cultivos, han conducido en algunos casos, a resultados lamentables.

El caso del Grupo Río Paila. Heredero de la más tradicional cultura empresarial y familiar de la región, el señor Hernando Caicedo configuró el grupo a partir de la creación del ingenio Río Paila en 1931 y la creación de Colombina, como la primera empresa grande de confitería, establecida en la región en los años treinta.

Hoy, el encadenamiento productivo esta conformado por más de 20 000 hectáreas

sembradas de caña, dos ingenios en Colombia: Río Paila y Central Castilla, cuya participación en la producción nacional es del 18.3% y participación accionaria no mayoritaria, en el ingenio Escuintlia en Guatemala.

El grupo provee azúcar al mercado nacional y azúcares y mieles para el mercado de exportaciones, las cuales se comercializan a través de Ciamsa y Dicsa y, destina buena parte de su producción a las empresas del grupo productoras de confites, chocolates, bizcochos, conservas y mermeladas, entre otros, para el mercado nacional y de exportación.

Nueve empresas elaboran tales productos: Colombina, Colombina Snak y Productora Andina de Dulces que se ubican en los terrenos contiguos al ingenio Río Paila; Procalidad, que se encuentra ubicado en terrenos cercanos al ingenio Escuintlia, en Guatemala; Pierrot, en México; Colcandy y Fiesta en Venezuela; Industria Nacional de Conservas en Bucaramanga; Colombina del Cauca, en la región Páez, al norte del Departamento del Cauca.

Algunas de las empresas fueron adquiridas —no creadas— por el grupo, como estrategia de crecimiento y gradualmente ha especializado y concentrado la producción de las diferentes plantas.

En su integración hacia adelante, el grupo cuenta con dos comercializadoras: Candy Co., para el mercado de los Estados Unidos y Comercializadora Colombina, para el mercado nacional y de exportación a 16 países, en los cuales tiene alianzas estratégicas para la distribución de los productos y para la consecución de nuevos negocios de fabricación con grandes marcas.

Actualmente, la Comercializadora Colombina, distribuye no sólo sus propios productos sino también los de siete empresas representadas, para las cuales vende 35 marcas o productos.

Actualmente, Colombina despliega una fuerte estrategia para diversificar y aumentar significativamente sus exportaciones, al tiempo que trabaja en un proyecto conjunto con una compañía española, para la fabricación de goma base para la producción de chicles, entrando a competir con la marca mundial Chiclets Adams, que tiene en la región una de las plataformas de producción más importantes alrededor del mundo y desde la cual provee a más de 25 países. La propiedad accionaria de las empresas que configuran el grupo no es la misma en todas las empresas.

El caso del Grupo Ardila Lule. Por su origen, este grupo no era azucarero, ni es del Valle del Cauca. Su vinculación con la industria se explica por la propiedad de un grupo de embotelladoras de gaseosas en diferentes ciudades del país, que lo han convertido en el más importante grupo nacional de producción de bebidas dulces. Es el único competidor de la embotelladora Coca Cola, en el país.

Debido al alto costo que para la fabricación de bebidas representa el azúcar, el grupo asumió en los años setenta, una estrategia de toma y control que les permitió el control de la propiedad de los ingenios Cauca, Providencia y Risaralda, con lo cual se convirtieron en los mayores productores de azúcar a nivel nacional.

La adquisición de tales ingenios incluyó las tierras asociadas, que en conjunto representan más de 20 000 hectáreas y de una de las empresas sucroquímica más importante del país:

Sucromiles. El grupo también es propietario de Peldar, fabricante de envases de vidrio para las gaseosas y otros usos, con ventas cercanas a 20 millones de dólares el año 2000.

Sucromiles produce alcohol etílico, ácido cítrico, levaduras, yeso, micelio, citrato de calcio, citrotex, citrato de sodio, ácido acético, vinagre, gas carbónico, acetatos,

carbonato de calcio y fertilizantes agrícolas. Esta empresa es propiedad de los grupos Tate & Lyle de Inglaterra y Ardila Lule; exporta sus productos a la Comunidad Andina de Naciones, Chile, Centroamérica y el Caribe. Esta industria alcanzó en el año 2000 ventas por 56 millones de dólares, incluyendo exportaciones por 20 millones de dólares.

La sobreproducción de azúcar para el mercado interno, a ritmo con la reducción de la demanda nacional y la capacidad de lograr sinergia con otros negocios del mismo grupo, condujo finalmente a que la estrategia se enfocara a la utilización de los subproductos y el azúcar mismo, en la fabricación de productos de mayor valor agregado, en plantas de su propiedad.

En consecuencia, el grupo produce azúcar refinada a través de la empresa Incauca Refinería, cuyas ventas el año 2000 se acercaron a 50 millones de dólares, sucroquímicos, a través de Sucromiles; refrescos a través de la empresa Incauca Alimentos y Refrescos Twist, Hit y Squash; gaseosas elaboradas por las empresas Postobón y Lux, que incluye acuerdos con las marcas Pepsi Cola y Canada Dry, entre otras, con ventas por 200 millones de dólares en el año 2000.

Los excedentes de bagazo que genera la fabricación de azúcar son utilizados para la generación de vapor y energía, que es comercializada a través de la Empresa de Energía del Pacífico (EPSA), (esta empresa no es del grupo Ardila Lule), para usos residencial, comercial e industrial.

El grupo es propietario de un canal nacional privado de televisión y de una cadena de emisoras de radio, con cobertura nacional y amplia penetración en el mercado, los cuales son utilizados para apoyar el posicionamiento de las marcas más representativas, entre ellas el azúcar.

La entrada de este grupo al negocio azucarero, cuyo patrón cultural y estilo de

dirección es diferente, generó cambios en la dinámica sociocultural de la industria azucarera.

El caso del Grupo Manuelita. Se formó a partir del Ingenio Manuelita, el primero del país, fundado en 1863. Fueron los pioneros de la industria azucarera y han sido líderes de su desarrollo. Dueño de 22 000 hectáreas de tierra cultivada de caña, el ingenio vendió en el año 2000, cerca de 125 millones de dólares. Como ya se mencionó, en los años sesenta, Manuelita fue el creador del ingenio Cauca y de la empresa Sucromiles, como una estrategia de expansión y agregación de valor al azúcar. Sin embargo, la estrategia no se consolidó y estas dos empresas, pasaron al control del grupo Ardila Lule. Esta situación hizo que Manuelita abandonara su estrategia de integración del *cluster* del azúcar y se diversificara con inversiones en otros negocios.

Hoy, el grupo es cultivador de palma africana, en los llanos orientales de Colombia, con ventas por 13 millones de dólares el año 2000; cultivador de camarones para exportación, con la empresa C. I. Océanos en Cartagena, cuyas ventas se destinan principalmente a la exportación, alcanzando 30 millones de dólares en el 2000; fabricante de vestidos de baño, a través de la empresa Punto Sport; una comercializadora de alimentos y bebidas que sirve de canal a 13 productos de terceros, incluyendo la representación exclusiva para Colombia de algunos productos importados; e inversionista en una empresa proveedora de servicios de Internet, Telesat .

En la década de 1990, el grupo compró en el Perú el Ingenio Laredo, en desarrollo de la política de privatización de ese país, con el propósito de recuperar la industria azucarera de los efectos de la nacionalización en la década de 1960.

El ingenio Manuelita es el primero en ser certificado por la embotelladora Coca-Cola, como proveedor tipo A, lo cual le permite acceder a nuevos mercados y

anunció que en el futuro anticipará algunos procesos de las plantas embotelladoras, mediante la producción de azúcar líquida.²

Este grupo empresarial ha comprendido que su negocio no es sólo el azúcar sino, también el dominio del conocimiento para la gestación, establecimiento y administración de negocios agroindustriales y con esta nueva visión tiene la posibilidad de proyectarse a nivel latinoamericano como un socio o competidor de las firmas multinacionales de alimentos.

Progreso tecnológico. Tecnología de cosecha: la incorporación de progreso tecnológico en las labores de cosecha, cuyas actividades son el corte, alce y transporte, ha estado principalmente asociado al cambio del machete y la quema, como prácticas del corte manual y más recientemente, el uso de equipo mecánico para el corte, alce y transporte. La cosecha es una actividad desarrollada directamente por los ingenios en el 100% del área cultivada. Hasta 1970 se cortaba caña sin quemar y el alce era manual. La herramienta básica para el corte fue siempre el machete. En función de mejor ergonomía y productividad se trajeron y adaptaron machetes de Puerto Rico y Australia.

En los años setenta la utilización de alzadoras mecánicas condujo a la quema de caña, la cual hace parte de la tecnología de los países productores de caña en el mundo; en Colombia la quema se tornó generalizada pero con impacto ambiental negativo.

El papel de las políticas públicas. Promoción de exportaciones: En 1966 Colombia hizo un ajuste al modelo de sustitución de importaciones, acompañándolo de la promoción de exportaciones. Al efecto, creó mecanismos como el Plan Vallejo, Proexport, y luego, los Certificados de Reembolso Tributario (CERT) (Certificado de Ahorro Tributario (CAT) en su época inicial). El establecimiento de estas políticas, al mismo tiempo que en los Estados Unidos, en concertación con el

² Portafolio, viernes 21 de septiembre de 2001, p.3.

Gobierno de Colombia, se estableció una cuota de exportaciones de azúcar, lo que a favor de la sinergia entre lo público y lo privado, como factor determinante de la consolidación del conglomerado, toda vez que en el marco de estas políticas, se vivió una de las etapas de mayor generación y reinversión de excedentes.

Política de tierras. La reforma agraria que promovió el Gobierno Nacional en la década de 1960, no se aplicó mayormente en el Valle del Cauca; pero paradójicamente, sirvió para que muchos propietarios de tierras improductivas decidieran incorporarlas al cultivo de la caña, por el temor que sus predios llegaran a ser declarados de interés público. Esta política se encuentra en armonía con la estrategia de integración de los cultivadores, antes referida.

Financiamiento y capitalización. Resulta muy significativo destacar la creación en 1961 de la Corporación Financiera del Valle, como una iniciativa regional en el marco de la política nacional de promover en las regiones más avanzadas del país, el surgimiento de instituciones financieras privadas, apoyadas técnica y económicamente, por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), lo cual permitió aumentar el apoyo financiero para el desarrollo del sector.

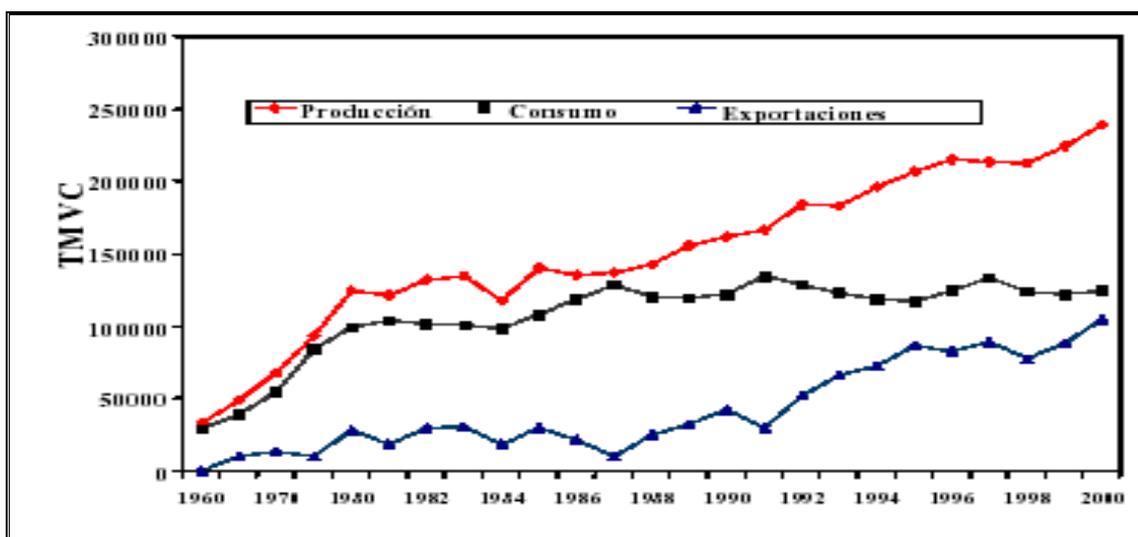
Etapas de internacionalización. La adopción del modelo de apertura e internacionalización en 1990, el cual está vinculado al proceso de integración de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), el ATPA, y otros acuerdos de integración comercial, conllevó una serie de decisiones estratégicas que han alterado de manera significativa la historia de la industria azucarera.

El desarrollo de las exportaciones. Hasta 1960 se realizaron algunas exportaciones ocasionales y hasta 1980 se exportaban los excedentes del mercado interno. Las exportaciones estuvieron constituidas exclusivamente por azúcar a granel hasta mediados de los años ochenta, cuando se empezó a incursionar en el mercado del azúcar blanco. En 1990 se exportaba poco más del

25% de la producción total.

En la década de 1990, la producción creció 47.9%, el consumo nacional tan sólo creció 2.21% y los Estados Unidos redujeron significativamente la cuota de exportación. Como respuesta, las exportaciones crecieron 151% en la década en cuestión y en 1999 representaron el 43.7% de la producción total. El gráfico 2 ilustra la evolución de la producción, consumo interno y exportaciones. Para unificar las unidades de medida utilizadas por las exportaciones se han tomado las toneladas métricas de valor crudo.

Gráfico 2. Evolución de la producción, consumo y las exportaciones de azúcar 1960-2000



Fuente: Construido con datos de Asocaña.

El proceso de apertura que adoptó el país al iniciar la década de 1990, conllevó a que el sector azucarero enfocara su estrategia de exportaciones hacia el Mercado Andino. Con tal propósito, los ingenios ensancharon su capacidad de producción, apalancándose en el endeudamiento interno y en el exterior. Las cosas no se dieron como se esperaba. Los países vecinos, al igual que Colombia han vivido

los últimos años fenómenos de recesión severos. El mercado interno no ha crecido de la manera esperada, la tasa de cambio elevó el valor de los créditos de manera significativa y el precio internacional permaneció deprimido durante cuatro años (apenas reaccionó en el segundo semestre del 2000). En estas condiciones, el esfuerzo exportador se dirigió hacia la apertura de nuevos mercados, aumentando de manera considerable la exposición a los riesgos de un producto *commodity*, en un mercado de excedentes, donde se vende a un precio inferior al costo de producción y a proponer desde Asocaña y CIAMSA, los mecanismos de estabilización de precios y aranceles en la Comunidad Andina de Naciones.

La Comercializadora Internacional de Azúcares y Mieles (CIAMSA), que agrupa a todos los ingenios, se ha consolidado en la última fase de desarrollo del *Cluster* como el organismo que soporta la estrategia de competitividad de la industria. Al efecto, es el único canal de comercialización internacional; cumple las funciones de regulador del mercado interno; ha realizado inversiones de capital y representa al sector azucarero en la Sociedad Portuaria de Buenaventura y la Sociedad de Transporte Férreo de Occidente; tiene casas de representación en Ecuador, Perú y Venezuela; es dueña, a nombre de todos los ingenios, del ingenio Central Azucarero de Tachira (CAZTA), en Venezuela. Adicionalmente, cumple funciones de operador portuario y agente aduanero, cobrando una comisión por dichas actividades.

La infraestructura de CIAMSA también se ha consolidado en la década de 1990, mediante la construcción de un terminal azucarero propio en el puerto de Buenaventura, bodegas para el almacenaje del producto de exportación y el montaje de infraestructura mecánica y automatizada de embarque de azúcar en sacos y a granel, entre otros.

En suma, CIAMSA articula todo el sistema de información y comercialización de manera eficiente; algo que los ingenios difícilmente podrían realizar

individualmente y sin lo cual la proyección del *cluster* a nivel internacional, no se concebiría, ya que la participación de Colombia en el mercado mundial del azúcar y su capacidad de negociación en la respectiva cadena de valor global es muy reducida, debido a que la venta del azúcar en el mercado mundial es hecha casi en su totalidad por casas operadoras. Éstas venden el 75% del producto mundial exportable, tienen un amplio dominio de la información de los países importadores y exportadores; el costo de su operación y la necesidad de capital de trabajo es muy alta y disminuyen el riesgo de negociación asumiendo el transporte y entrega del producto.

Cambio del negocio medular. Como se observa en los puntos anteriores, el azúcar como negocio central del conglomerado, se ha desarrollado gradualmente mediante los procesos de expansión, diferenciación de producto, integración y diversificación. Como consecuencia de este desarrollo, es necesario entender que el negocio medular se ha venido desplazando gradualmente del azúcar, hacia los productos de valor agregado.

El crecimiento de las exportaciones y el uso intensivo de los diferentes productos asociados ha permitido disminuir gradualmente la dependencia inicial casi absoluta del azúcar como producto básico dedicado al consumo directo, al punto que actualmente alrededor del 25 % del azúcar que se produce se destina al consumo humano interno.

A su turno, los subproductos (bagazo, cachaza, mieles, etc.) hacen parte de procesos tan importantes en términos económicos y sociales, como la industria azucarera central.

Esta característica permite que la región y el complejo productivo azucarero hayan configurado una estructura económica diversificada, orientada hacia la generación de valor agregado, en sectores promisorios en el mercado internacional como la

confitería, la industria editorial y la biotecnología.

Pero, el nivel de desarrollo de estas industrias y el grado de inserción en la economía mundial de estos productos es todavía, muy pequeña.

De esta manera, el complejo productivo se ha configurado con un sentido de equilibrio, el cual permite que cuando por ejemplo, el precio del azúcar en el exterior se desplome, los otros usos del azúcar y los demás “subproductos”, contribuyan a evitar que la crisis sea mayor. Esta sinergia constituye un blindaje parcial y una ventaja competitiva. Algunas de las estrategias que hacen parte de este proceso, son las siguientes:

La redefinición del negocio. La obtención de azúcar a partir de la caña orgánica, representa una nueva frontera en la cual se está trabajando experimentalmente, guiados por el hecho que los productos naturales tienen un precio mayor en el mercado, especialmente en el externo.

La recombinación del negocio. Alude a la posibilidad de incrementar la integración de negocios complementarios, para intensificar o formar nuevos *clusters*. Las fusiones; la integración de algunas unidades de negocio con actividades comunes como por ejemplo el corte alce y transporte de la caña; la creación de empresas conjuntas para producir insumos comunes; la comercialización de azúcar sin una cadena de intermediarios; pueden ser algunas ideas.

La reubicación medular. Consiste en el proceso de integración hacia adelante, mediante el desarrollo de negocios como la confitería, la producción de alcohol carburante y las múltiples aplicaciones de biotecnología, tales como el ácido láctico y los bioplásticos.

El negocio medular está cambiando. En el futuro ya no será el azúcar sino, el

conjunto de bienes generados a partir de ella y los mal llamados “subproductos” de la caña. En términos económicos el ritmo de crecimiento de los productos diferentes al azúcar, incluyendo las exportaciones conjuntas, es más dinámico.

Compromiso con el medio ambiente. La industria azucarera se desarrolló basada en el paradigma químico que prevaleció durante el siglo XX. Por lo tanto, no han sido extraños el uso de agroquímicos, la generación y el vertimiento de efluentes contaminantes y la producción de “desperdicios” no reutilizables.

Al estudiar las actividades que durante la década de 1990. la industria llevó a cabo debido a su compromiso de hacerla ambientalmente sostenible, sorprende la rapidez con la cual se han logrado los resultados.

En general, la estrategia ambiental está sostenida sobre algunos núcleos fundamentales: la utilización de los residuos de la producción de azúcar como insumos de nuevos procesos de valor agregado; la producción limpia tanto en el cultivo como en los procesos fabriles; la producción cero emisiones en el conjunto de actividades que utilizan los recursos de la industria y la configuración de un sistema de producción bio- tecnológica.

La reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y de los sólidos suspendidos totales (SST) en un 95% y 98% respectivamente, como carga orgánica vertida al río Cauca, comparada con la vertida en 1979; la reducción del consumo de agua por hectárea sembrada de 2000 metros cúbicos en 1997 a 1400 metros cúbicos en el año 2000; el control biológico; la reducción de un 40% de agua en fábrica y el control de las emisiones atmosféricas de las fuentes fijas, son otros logros de esta estrategia.

Inversiones en el exterior. Como expresión del nuevo nivel de desarrollo alcanzado por el *cluster*, en términos de su inserción internacional, se refieren

algunos ejemplos de las inversiones que empresas del conglomerado han hecho en otros países, en su mayoría a partir de 1990.

La compra por parte de todos los ingenios vinculados a Asocaña, del ingenio Central Azucarera del Tachira (Cazta), en Venezuela. La adquisición del Ingenio Laredo en Perú, por parte del ingenio Manuelita. La compra de un ingenio y el establecimiento de una fábrica confitera en Guatemala, por parte de accionistas del Ingenio Río Paila y Colombina. La constitución de CIAMSA en Ecuador, Perú y Venezuela. La participación de Cenicaña en el consorcio internacional para investigaciones en biotecnología.

Claramente se observa que la estrategia consiste en incrementar la participación y el poder de control de la industria Colombiana, en los países andinos, como mercado natural. No obstante, para algunos formadores de opinión estos esfuerzos resultan ser tímidos, de cara a los desafíos que enfrenta la industria en el largo plazo y a la dinámica de la industria en el contexto mundial. Concertación de políticas generales y precios. En los años sesenta, cuando los precios internacionales fueron favorables para el azúcar, el gremio se encargaba de negociar con el gobierno los precios internos y la entrega de una cuota de azúcar al Instituto de Mercadeo Agropecuario (IDEMA), con el fin de garantizar el abastecimiento interno.

En los años 1976 y 1977 se crearon el Fondo Nacional del Azúcar y de la Panela y la Comisión Nacional del Azúcar, con la participación de los gremios azucareros y el gobierno. La concertación condujo a que el Estado ejerciera un control del precio interno de venta del azúcar.

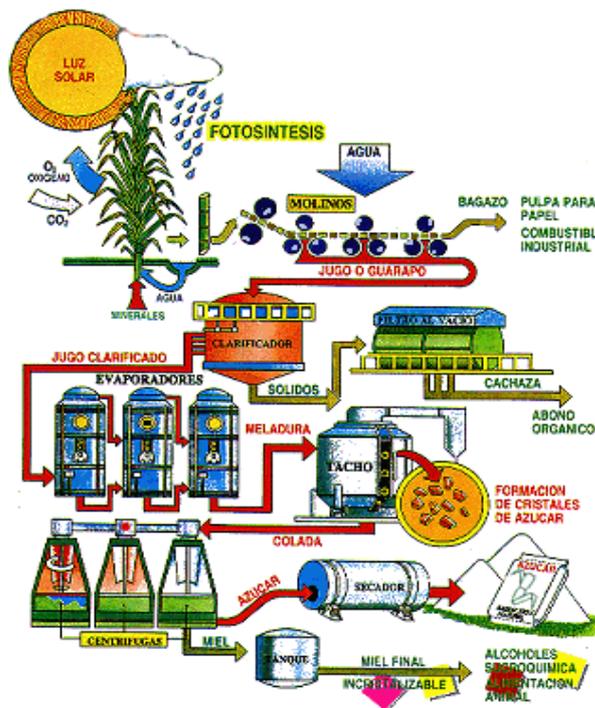
Por no desempeñarse de acuerdo a lo esperado se cerró en 1987.

En el período 1979-1983 se independizaron los precios externos del azúcar de los precios internos y se concertó una política de libertad vigilada de precios internos,

que aseguraba un margen de rentabilidad aceptable, basado en la evolución de los costos a partir de su actualización con base en indicadores oficiales, aislando los precios internos de la alta inestabilidad en los mercados internacionales. Con la adopción del modelo de apertura e internacionalización, quedó atrás la fijación de precios por parte del gobierno o mediante acuerdo con los empresarios y se dejó a las fuerzas del mercado su definición.

Debido a una guerra de precios interna que amenazaba con desestabilizar algunos ingenios, en el año 2000 se creó el Fondo de Estabilización de Precios, en cuyo Comité Directivo participan los Ministerios de Agricultura y Comercio Exterior, representantes de los productores de azúcares y de los cultivadores de caña. Entre las funciones del comité se encuentra la de establecer la franja de precios de referencia para cada mercado.

4.2 LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA



Para la elaboración de azúcares de alta calidad, contamos con un proceso productivo que, iniciando con el cultivo de caña, continuando con su cosecha y finalizando con su transformación en azúcares y sus derivados, es supervisado directamente por personal altamente capacitado.

Trabajamos además en conjunto con Asocaña (Asociación de Cultivadores de caña) Tecnicaña (Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar) y Cenicaña (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar), organismos del sector azucarero con los cuales realizamos investigación y desarrollo de procesos en diferentes áreas, tendientes a la optimización de la labor productiva.



El proceso productivo se inicia en el área de Campo con la preparación de los terrenos, trazado y construcción de vías de riego, drenaje y elaboración de surcos, labores previas a la siembra de la caña. Una vez concluida esta etapa, continúa la escogencia de la semilla y se procede a la siembra y riego de germinación, actividades que se complementan con la aplicación de abonos, control de plagas y de malezas.

Una vez tiene lugar la maduración de la caña entre los 12 y 14 meses, se procede a su cosecha en los 7 frentes dispuestos para esta actividad involucrando la labor agrícola del corte manual de la caña. Se alza mecánicamente y se conduce a la fábrica por medio de un moderno y eficiente equipo de transporte, para dar comienzo al proceso de elaboración del azúcar.



En la Fábrica, tiene lugar como fase inicial, el [muestreo](#), [pesaje y lavado de la caña](#). De ahí, el material pasa a las [picadoras](#) y los [molinos](#). El bagazo resultante en la molienda se emplea en las calderas para la producción del vapor que será la base para generar la [energía](#) necesaria para la realización del proceso. El

bagazo sobrante en esta etapa, es empleado en la industria papelera.

Por su parte, el jugo obtenido en los molinos, es pesado para continuar con el [calentamiento](#), [clarificación](#) y [filtración](#), procedimientos con los cuales se separan los materiales diferentes a la sacarosa que se encuentran en el jugo. Al [evaporar](#) este jugo se obtiene la meladura o jarabe que se conduce a los [tachos](#), donde se procede a su cristalización para obtener posteriormente la masa cocida, que pasa luego a la [centrifugación](#), donde el azúcar es separado de la miel.



Finalmente, el azúcar es [secado](#) y se [enfriá](#) para ser [envasado](#) en sus [diferentes presentaciones](#) las cuales pueden adquirirse en el mercado nacional mediante solicitud a la [Gerencia de Mercadeo y Ventas](#) e internacionalmente, empleando para ello la gestión de [CIAMSA](#) (Comercializadora Internacional de Azúcares y

Mieles S.A.). [La miel final](#), otro subproducto de este proceso, se lleva a los tanques de almacenamiento donde también se empaca o carga en camiones, para su venta en el mercado.

4.3 GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y EL DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

EL Valle del Cauca ha podido alcanzar aparentemente un grado de bienestar relativo por las condiciones específicas de su proceso de desarrollo, el cual se ha caracterizado por su desenvolvimiento equilibrado tanto de las actividades agrícolas como industriales, de manera separada o a través de procesos agroindustriales. Un elemento decisivo dentro de ese proceso ha sido que en la región se asienta la producción azucarera, por las condiciones propias de esta agroindustria y por contar con ventajas comparativas excepcionales para la producción de caña. En efecto por las condiciones especiales de luminosidad y distribución de lluvias en el Valle geográfico del Río Cauca, hacen que la cosecha de la caña es adelantada en forma permanente a lo largo del año (sin zafra), obteniéndose altas toneladas de caña. Estos factores unidos a la investigación en nuevas variedades y al aprovechamiento de la capacidad instalada de los ingenios han generado incremento en la producción por aumento de rendimientos.

En Colombia el empleo en la agroindustria azucarera presenta características adicionales, debido a altos niveles de eficiencia productiva, la remuneración de los trabajadores del azúcar está por encima de la percibida por la mayoría de los trabajadores del campo, siendo comparable con la que reciben los obreros del sector industrial del país, igualmente, la existencia de cosecha continua permite que, las plazas de trabajo tengan un carácter permanente.

Es importante mencionar que dados los bajos costos de producción a nivel mundial, la agroindustria está en capacidad de competir eficientemente a nivel mundial, inclusive bajo las condiciones de proteccionismo y competencia desleal que los Estados Unidos y la Comunidad Económica Europea han impuesto en el mercado mundial en los últimos años. Como resultado, ha podido reducir su vulnerabilidad a las variaciones que presenta el mercado internacional, lo cual se traduce en mayor estabilidad económica regional.

A manera de síntesis la descentralización en la generación de empleo calificado, gran generación de empleo agrícola estable, impulso a la creación de pequeñas empresas como talleres metal mecánicos, estímulo al comercio y a otras actividades económicas locales y estabilidad en las economías municipales son atributos de la industria azucarera.

Desde el punto de vista de la generación de empleo en el sector azucarero este presenta aceptables niveles de ocupación directa.

Para el año de 2002 tenía un total de 27.605 entre empleados directos y unos 210.000 empleos indirectos. Si se tiene en cuenta un promedio de 5 personas por familia, un millón de personas depende económicamente del sector, cifra que representa el 30% de la población del Valle del Cauca³.

Es importante destacar que de los 42 municipios que conforman el departamento, quince están ubicados en la zona productora de caña que corresponde al 35.7% del total. De otra parte, todos los municipios del departamento con más de 50.000 habitantes con vida económica propia, con excepción de Sevilla, están ubicados en la zona azucarera. Igualmente, salvo Sevilla, siete de los ocho municipios con más de 40.000 habitantes con autonomía económica que existen en el departamento participan en mayor o menor grado en la producción de caña.

³ Fuente: Aspectos generales del sector Azucarero. 2003-2004.

La presencia de la agroindustria azucarera en los municipios del departamento es de vital importancia dado que el cultivo de la caña ocupó durante el año 2002 el 63% del total de hectáreas sembradas, el 64% del área cosechada y el 97% de la producción de todos los cultivos medida en toneladas.⁴

El municipio vallecaucano que tiene una mayor participación dentro de la producción total del sector azucarero es Palmira, en cuyo territorio se cultivan más de 24.000 hectáreas de caña. Según datos de la alcaldía municipal el área total cultivada del municipio es de 34.200 hectáreas, de donde se concluye que alrededor del 70% del área agrícola del municipio está sembrada en caña. Además de los 29 corregimientos con que cuenta el municipio, el 62% tiene como actividad agrícola principal el cultivo de la caña, y en cinco más la caña de azúcar está dentro de los tres productos agrícolas más importantes. De otra parte, en Palmira tienen asiento tres ingenios con una alta producción anual, lo cual la convierte en el municipio con la mayor participación dentro de la producción de azúcar del país. La industria genera alrededor de 5.231 empleos directos en Palmira. Si se toma en consideración la relación de 1 a 6 existente entre empleo directo e indirecto del sector azucarero, el número total de empleos generado por la agroindustria azucarera en este municipio debe ser cercano a las 31.000 personas, lo cual representa alrededor del 50% del empleo total reportado por la Alcaldía Municipal para el año de 2002 desde el punto de vista del valor bruto de la producción agrícola, para 2002 la producción de caña representó cerca del 80% del valor bruto de la producción generado en el 70% de las tierras cultivadas en el municipio. En términos de tributación, la agroindustria azucarera le produjo en el año 2002 ingresos al municipio por cerca de \$109 millones. Las estadísticas y el análisis anterior llevan a concluir que la importancia de la agroindustria azucarera es de tal magnitud, que sin lugar a dudas Palmira depende económicamente del sector azucarero⁵.

⁴ Observatorio Económico del valle del cauca. Informe de Coyuntura.

⁵ Economía Regional Numero 3. Abril del 2000. P40.

4.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS QUEMAS

De lo anterior se desprende que es necesario tener conciencia clara de las consecuencias que traería para el sector azucarero, para el municipio y para la nación, la decisión de adoptar unilateralmente la prohibición de la quema de la caña de azúcar. Sin embargo, en el caso de la quema de la caña de azúcar la quema hace parte integral de un paquete tecnológico hoy difundido en todas las regiones productoras del mundo, el cual está asociado a dos características de la caña de azúcar que le imprimen condiciones muy particulares a la necesidad de disponer de sus residuos a través de la quema: su enorme producción de follaje y su carácter de cultivo permanente, lo cual se convierte en razones de quema.

Como consecuencia de la primera de estas características, los residuos agrícolas producidos por la caña superan de manera considerable aquellos generados por otros cultivos, lo cual hace más difícil su eliminación. Como consecuencia de la segunda, no existe la posibilidad de remover de manera fácil tales residuos pues a su gran volumen debe añadirse que por tratarse de un cultivo permanente, a diferencia de lo que ocurre en los cultivos temporales, es imposible manipularlos con facilidad o integrarlos al suelo dentro de las labores de preparación del terreno, anteriores a cada siembra.

La permanencia de esta basura en el suelo después de cada cosecha haría imposible adelantar varias prácticas agrícolas en la forma como se llevan a cabo actualmente, lo cual se reflejaría de varias maneras en mayores costos de producción. En aquellos casos en los que es factible emplear métodos alternos causarían directamente una caída en la productividad (menor tonelaje de caña por hectárea), como resultado ya sea de la menor eficiencia de los nuevos métodos, o por efecto de la disminución paulatina de la población de caña asociada a la presencia de residuos después de cada cosecha. ASOCAÑA está estudiando

detalladamente el efecto combinado de mayores costos de producción y menores productividades que traería consigo la supresión de la quema de caña.

La práctica de quemar la caña de azúcar responde entonces a la necesidad inevitable de disponer de residuos agrícolas en forma económica, en un cultivo caracterizado por una gran producción de follaje sobrante. Hasta hace cerca de 17 años no habría una gran diferencia entre las quemas de caña y las de otros cultivos, pues en ambos casos se trababa de quemas después de la cosecha. Sin embargo en los últimos años se ha difundido en el mundo la quema de la caña antes de ser cosechada, ya sea que su corte se realice en corte manual o mecánica. Esta práctica ha surgido como respuesta a los cambios tecnológicos de la industria, las condiciones de las variedades de caña actualmente en uso y a las condiciones del mercado laboral: mayor productividad y por lo tanto más residuos, hojas más cortantes lo cual unido a la mayor cantidad de follaje se refleja en condiciones de trabajo más adversas, y la posibilidad cada vez más difícil de conseguir suficiente cantidad de mano de obra dispuesta a laborar en actividades de suma rudeza como son el corte de la caña en verde o el retiro de los residuos poscosecha (despaje manual).

La quema precosecha ha sido adoptada actualmente en forma generalizada, tanto por aquellos países que hacen el corte en forma manual, como por aquellos que han adoptado el corte mecánico. En el mundo incluyendo los Estados Unidos, país que tradicionalmente se ha distinguido por la existencia de fuertes regulaciones sobre el manejo del medio ambiente, las quemas se efectúan de manera discrecional por parte de los productores. La práctica no es prohibida, sino que se han establecido reglamentaciones concertadas entre los productores y las autoridades ambientales. La excepción es Barbados, en donde se tomó la decisión de no quemar para reducir la frecuencia de las quemas accidentales, es decir quemas no programadas causadas por terceros, y para utilizar la paja como cobertura que mantiene la humedad del suelo a causa de una sequía prolongada

que se estaba presentando. En Australia se ha venido generalizando la cosecha mecánica de caña verde a medida que se ha desarrollado maquinaria que trabaje eficientemente.

En el caso colombiano convergen una serie de factores que hacen impensable prescindir de esta práctica: el país cuenta con la mayor productividad mundial en el campo, lo cual hace que actualmente no exista una máquina cortadora capaz de cosechar nuestras plantaciones en forma eficiente, incluso cuando la caña ha sido previamente quemada. Vale la pena resaltar que precisamente la alta productividad diferencia radicalmente el caso colombiano del australiano: mientras que en ese país la productividad promedio por hectárea es de alrededor de ochenta toneladas, en el nuestro como ya se dijo la productividad promedio llega a las 120 toneladas e inclusive se encuentran con rendimientos promedio de 170 toneladas por hectárea.

Así las cosas, de prosperar la prohibición total a las quemas de caña, el sector azucarero se vería abocado a una profunda crisis por pérdida de competitividad, paradójicamente asociada a sus esfuerzos por alcanzar mayores niveles de productividad, lo que diferencia radicalmente las condiciones actuales del cultivo en el país, de aquellas que prevalecían antes de que esta práctica se difundiera: la productividad promedio actual de 120 toneladas no es comparable con el promedio de menos de 100 toneladas existente cuando no se quemaba antes de cortar. Por último, es necesario resaltar que en ese entonces no estaba prohibida la quema poscosecha, práctica que se lleva a cabo en forma generalizada y la cual quedaría también suprimida de acuerdo con esas medidas.

Bajo el escenario de la prohibición, las exportaciones colombianas de azúcar serían considerablemente menos competitivas, sería inevitable transferir al consumidor los mayores costos de producción, y en virtud de los altos niveles de precio interno que tendría el azúcar, el país sería más vulnerable al contrabando.

Desde el punto de vista laboral, en el caso de que fuera posible conseguir mano de obra suficiente para adelantar el corte de caña verde, aumentarían los accidentes de trabajo y en general la rudeza de la jornada laboral. De otra parte, en el caso en que el país quisiera recuperar sus niveles actuales de producción de azúcar, tendría que destinar más de 30.000 hectáreas adicionales al cultivo de la caña, las cuales tendrían que ser retiradas de alguno de sus usos actuales. En caso de que no se modificara el área sembrada, la producción total de azúcar caería en más del 25%. En cualquiera de estas dos circunstancias se produciría una merma sustancial de la producción bruta del país y del departamento, y por supuesto una caída sustancial en la competitividad agrícola nacional y regional.

En particular vale la pena resaltar los efectos que tal medida traería para Palmira, en su condición de mayor municipio productor de azúcar en el país, con más del 70% de sus tierras cultivables dedicadas a la caña y con más de 5.000 empleos directos y alrededor de 31.000 indirectos generados por la actividad azucarera. Es entonces de vital importancia para la vida económica del departamento y del municipio en Palmira en particular, balancear suficientemente sus consecuencias negativas de orden económico y social. Sin embargo, el sector considera de mayor importancia compatibilizar sus actividades con las otras actividades socioeconómicas en su zona de influencia. Por eso la industria se ha encaminado a conocer a fondo las implicaciones ambientales de las quemas, para tratar de encontrar una fórmula para su manejo teniendo en cuenta tanto la importancia económica de la actividad azucarera, como las posibilidades de minimizar el impacto negativo que pueda tener la quema de caña sobre el medio ambiente y por consiguiente las poblaciones vecinas a los cultivos.

Trabajando con los ingenios para concientizar a los funcionarios de las molestias causadas a las comunidades vecinas y racionalizar la práctica. También se trabaja con las comunidades afectadas por las quemas para lograr acuerdos concertados. Por otra parte, se ha contratado un estudio agro climático del Valle

del Cauca, el cual caracterizará las condiciones meteorológicas de la zona azucarera. Los resultados de estas gestiones podrán dirigir la práctica de la quema para minimizar sus molestias.

Las quemas se fueron generalizando en la industria paulatinamente, pero se precipitó con la mecanización de la industria. La introducción del alce mecanizado durante la década de los setenta requería el manejo de caña quemada. Inicialmente la práctica de quemar la caña en pie fue muy discutida pues se pensaba en su impacto en los suelos, el efecto en la calidad de la caña y la molestia que causaba el hollín durante el corte. Con el tiempo se fue aceptando a medida que no se causaban daños y se veían las ventajas de quemar: la reducción de la basura que se llevaba a fábrica y la eficiencia en el corte, el alce y el transporte.

Las quemas se hacen en forma programada siguiendo el plan anual que se basa en la disponibilidad mensual de caña de azúcar. Cada ingenio tiene su propia manera de coordinar la cosecha pero en general, el equipo de cosecha va ajustando su plan mensual al plan de trabajo semanal y diario. Las quemas se van programando como actividad anterior al corte, siguiendo la recomendación del seguro social que indica que las suertes se deben quemar dejando un tiempo prudente antes del corte para prevenir problemas a los corteros. Este periodo varia dependiendo de las opiniones de los corteros y los ingenios, generalmente se quema el día antes del corte.

El manejo de las quemas es responsabilidad del jefe de cosecha (o cargo equivalente), quien designa las suertes a quemar cada día. La quema es generalmente presenciada por una "persona de rango", supervisor o auxiliar y la ejecutan con el apoyo de un monitor o cabo de corte con uno a tres corteros, dependiendo del tamaño de la suerte. Si la quema es por la noche, cuando el personal de día cambia, se encargan las personas del alce, manteniendo

comunicación con el auxiliar de cosecha.

Las quemas accidentales, o quemas no programadas causadas por personas ajenas a los ingenios, tienden a ocurrir en las suertes que lindan con los pueblos o caseríos. Estas quemas accidentales ocurren con más frecuencia durante las épocas de verano, causando cambios inoportunos en la programación de la cosecha e incrementando los costos por la necesidad de mantener vigilancia en las suertes. Dos ingenios tienen el problema de mayor magnitud por este tipo de vandalismo, que los ha llevado a implementar medidas de prevención, incluyendo programas de educación, vigilancia y equipos de bomberos. Esta situación hace la prohibición de quemas extremadamente difícil de controlar.

El número de hectáreas que se queman por día depende de la capacidad de molienda de fábrica y la cantidad de caña necesaria para ocupar los corteros. El objetivo es quemar la totalidad de la caña que se entrega a fábrica para asegurar una materia prima limpia para la molienda. Las quemas se efectúan entre cinco y seis días a la semana, normalmente de domingo a jueves para mantener caña disponible en fábrica. Los promedios diarios, estimados por los jefes de cosecha, corresponden a un total de 418 a 451 hectáreas que se queman diario. Esto implica un volumen total de caña de aproximadamente 53.000 toneladas y se calcula que un 13% es basura, o sea unas 6.900 toneladas de hojas y cogollos.

Es difícil caracterizar el área de influencia de cada ingenio, ya que incluye zonas aledañas a 25 Kilómetros de distancia. Sin embargo la zona de influencia de la industria azucarera incluye centros urbanos que lindan o están próximos a las suertes de caña y por consiguiente se ven afectados por las quemas. La zona de influencia de la quema será analizada más cuidadosamente para poder determinar ciertas medidas que reduzcan el impacto sobre las poblaciones aledañas.

La evaluación ambiental que está efectuando el sector azucarero podrá

recomendar medidas que minimicen los impactos de esta actividad. Conociendo las condiciones climáticas, la distribución de tierras, la localización de las poblaciones y el comportamiento de las quemas en el área de influencia del sector, se podría ejecutar un plan de ordenamiento de quemas, tendiente a minimizar sus efectos sobre la población: molestias causadas por la pavesa en la ropa, en techos de las casas, piscinas, cañerías y alcantarillados.

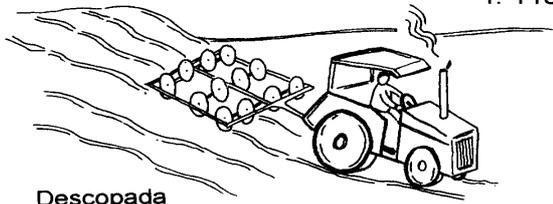
4.5 LABORES DE CAMPO, COSECHA, MOLIENDA Y SU AFECTACIÓN POR LA NO QUEMA

4.5.1 Labores de campo. Preparación de Tierras para la siembra de un nuevo terreno habría que esperar por lo menos dos o más meses para que los residuos del cultivo previo tuvieran suficiente tiempo para descomponerse.

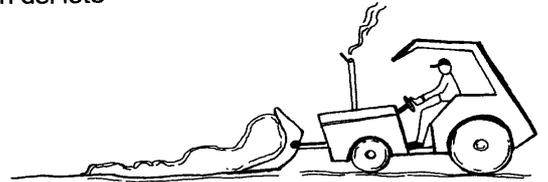
a) Descepada el alto volumen de basura dificultaría la remoción de las cepas requiriendo la utilización de implementos más grandes en la preparación del campo para una nueva siembra. Se incrementaría el número de horas máquinas necesarias en un 50%.

I. PLANTILLA

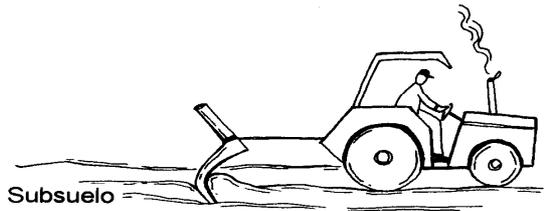
1. Preparación del lote



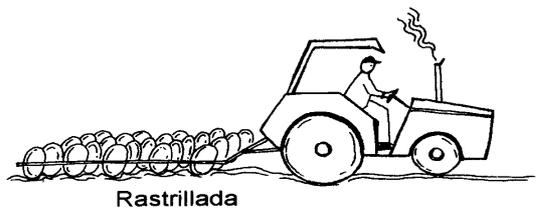
Descopada



Nivelación



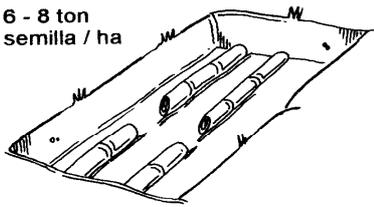
Subsuelo



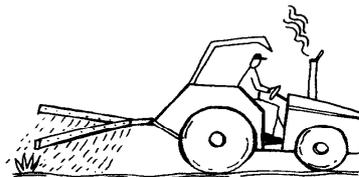
Rastrillada

2. Siembra

6 - 8 ton
semilla / ha



3. Control de malezas

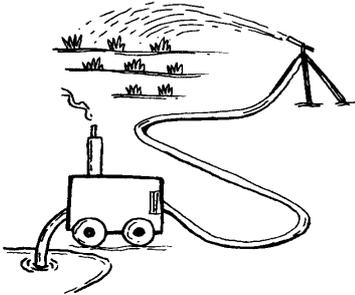


herbicida

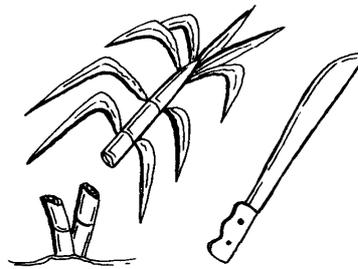
4. Fertilización



5. Riegos



6. Cosecha - Quema

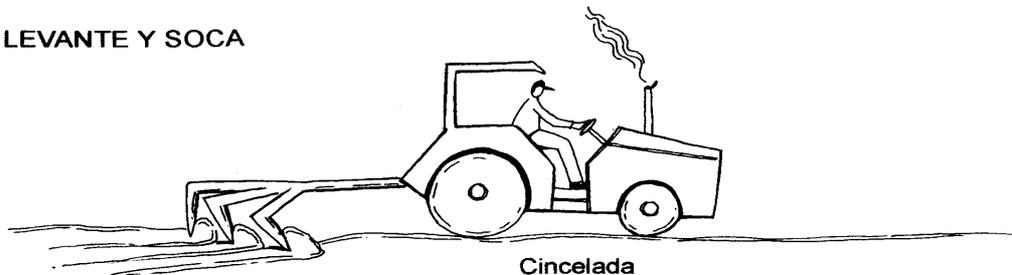


Manual



Mecánica

II. LEVANTE Y SOCA



Cincelada

- b) Labores en Soca, entre las labores de soca se tiene las siguientes:
- Encalle o despaje la limpieza de la mata de caña que se efectúa para asegurar una buena germinación de la cepa se tendría que efectuar manualmente, lo que requiere más mano de obra.
 - Subsolación la aireación y movimiento de la tierra no se podría hacer ya que la basura impide la penetración del instrumento. Sin embargo, es posible que la presencia de los residuos en la calle eviten parcialmente la compactación del suelo.
- c) Control de Maleza Se reducirían la aplicación de herbicidas y el control, manual ya que la descomposición de los residuos impide la proliferación de malezas.
- d) Fertilización el abono se tendría que aplicar manualmente cerca de la cepa, ya que la descomposición de los residuos impiden el funcionamiento de la maquinaria, y haciendo necesario un incremento en las dosis de nitrógeno para compensar la competencia de la paja por nutrientes.
- e) Control de Plagas y Enfermedad al no quemar se presentaría una proliferación de insectos y patógenos, ya que la quema tiene un efecto negativo sobre estas poblaciones, causando una reducción en la producción de caña y azúcar.
- f) Riego la paja impedirá la penetración del agua en el suelo en el caso del riego por gravedad, esto incrementa los jornales necesarios para efectuar esta labor. A su vez, la cobertura de basura incrementaría la conservación de la humedad del suelo, lo cual puede reducir el volumen de agua aplicada.
- g) Drenaje la paja empobrecería el drenaje superficial, lo cual podría causar la pudrición de las cepas en épocas de humedad, reduciendo la producción de caña

por hectárea. Se requeriría más personal para el desagüe en las suertes con malas condiciones de drenaje.

Los impactos mencionados anteriormente afectarían la productividad del cultivo en un 20 - 25%, debido a la pérdida de población por falta de luz, competencia de nutrientes al descomponerse la basura y compactación del suelo. A esto se tendría que agregar que muy posiblemente se reduciría el número de socas económicamente justificable.

4.5.2 Labores de cosecha. Comprenden el corte alce y transporte de la caña de azúcar:

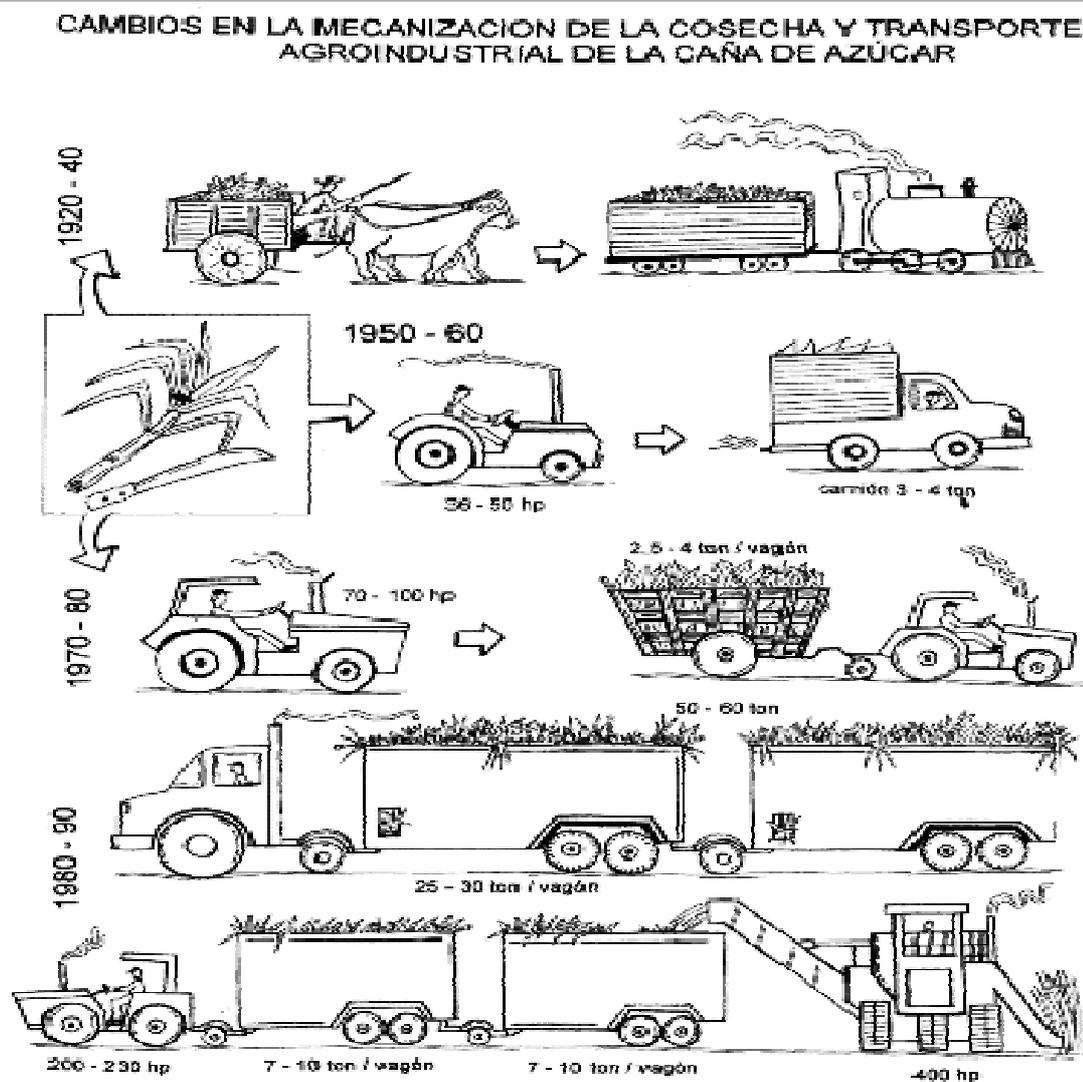
Corte: la dificultad del manipuleo de caña verde reduce el rendimiento del cortero en un 50%, lo cual implica una reducción en sus ingresos y posiblemente un incremento en accidentalidad se necesitaría contratar más personal incrementando los costos de esta labor.

Alce: al estar levantando ñadas con mayor porcentaje de basura, la eficiencia de la alzadora se reduce en un 20%, lo que implica la necesidad de adquirir maquinaria adicional.

Transporte: dado que se tendría que transportar mayor volúmenes a fábrica, se requeriría la adquisición de más equipos y la ampliación de los servicios que estos requieren.

4.5.3 Molienda. Se calcula un incremento de un 10% de basura que se lleva a fábrica y ésta materia extraña reduce en 5% la extracción de sacarosa ya que actúa como fibra absorbente. Los procesos industriales se dificultan al tener que manejar tanto material que no es sacarosa.

4.6 PROCESOS DE GENERACIÓN Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA EN EL SECTOR AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA



Tendencias en la Producción. La producción del sector azucarero colombiano ha aumentado en forma continua desde 1980. En ese año, la producción total de azúcar fue de 1.25 millones de toneladas, mientras que en 1994 llegó a 1.90 millones. Este aumento es el resultado de la expansión en el área de siembra, desde 133.000 ha en 1980 hasta 185.000 ha en 1994, y del incremento en la

producción de azúcar, pasando de 9.4 a 12 t/ha por año en el mismo periodo. Mientras que el área cultivada permaneció mas o menos igual durante los primeros años de la década del 80, la producción de caña lo fue hasta 1992 con un nivel de 120 t/ha, mostrando a partir de ese año y hasta 1994, un ligero aumento con producción de 130 t/ha.



Los rendimientos de azúcar fluctuaron aproximadamente 11% alrededor del promedio en la región. Las fluctuaciones dependieron del régimen de lluvias, siendo 1992 un año seco durante el cual los rendimientos fueron altos. No obstante, la tendencia ha sido hacia el aumento en la producción como resultado, entre otras prácticas del corte a edades más tempranas.

Así mientras que en la década del 70 los cortes se realizaban a los 19 meses, a partir de 1980 se hacen entre 13 y 14 meses. Aquí es necesario señalar que durante 1994 ocurrió un aumento en las edades del corte, debido a un desfase entre el tonelaje de caña y la capacidad de molienda de los ingenios.

Un hecho que llama la atención es la gran variedad observada en los niveles de producción de azúcar en diferentes nichos ecológicos de la región. Entre 1991 y 1993 el 20% de las “suertes” mas productivas rindieron hasta 18t/ha, siendo el promedio de 11.5t/ha, mientras que el 20% de las menos productivas rindieron 9.1 t/ha. Esta variación tan amplia en producción sugiere que exista un gran potencial para aumentar la producción, mediante la aplicación generalizada de las tecnologías disponibles.

En el futuro se espera que la producción de caña por hectárea no aumente mucho>; sin embargo, con menores edades de corte será posible lograr aumentos

significativos en la producción por cosecha. Esto traerá ventajas para los agricultores y para la industria en general, ya que es más fácil cosechar cañas erectas de menor edad que cañas acamadas y sobremaduras.

El gran desafío actual para el sector azucarero colombiano es aumentar su productividad en los próximos años, ya que en los años anteriores los mayores rendimientos se han debido a la producción de caña y no al rendimiento en azúcar.

Los análisis económicos indican que los beneficios obtenidos a partir del aumento en la producción de azúcar por hectárea por año debido al incremento en el rendimiento, son equivalentes, aproximadamente, al doble de los beneficios que se obtendrían de un aumento similar en el tonelaje de caña. Es posible aumentar los rendimientos de azúcar mediante un mejor manejo del cultivo y reducción de las pérdidas de sacarosa entre la cosecha y la elaboración de azúcar.

Cambios Tecnológicos. El desarrollo de nuevas tecnologías ha sido fundamental para el avance del sector azucarero, ya que no solo le han permitido aumentar su productividad sino que le han ayudado a enfrentar la amenaza de enfermedades como la roya y el carbón y, actualmente, a combatir la escaldadura de la hoja que se detectó en la región en diciembre de 1994.

CENICAÑA fue fundada en 1977, pero fue a partir de 1980 cuando empezó a generar los primeros resultados con aplicación comercial, que han servido de base para el desarrollo de la industria. Varios de estos resultados se presentan a continuación.

Adecuación de Tierras. La configuración de las suertes ha cambiado poco en los últimos años; la aparición del láser ha facilitado la nivelación de los lotes para cultivo; los ingenios y los proveedores han hecho altas inversiones en drenajes

subterráneos y en las recuperaciones de zonas con problemas de salinidad. En el futuro se esperan grandes cambios en la configuración de las suertes para facilitar la cosecha mecánica en tablones más largos, con menos cabezas de riego y canales de drenaje menos pronunciados. El aporque probablemente volverá a ser una práctica generalizada.

Control de Enfermedades y Plagas. El sector azucarero sigue dependiendo de variedades resistentes y del control biológico y fitosanitario con el uso mínimo de agroquímicos para combatir los enemigos naturales de la caña.

En la década del 80 aparecieron dos enfermedades: la roya y el carbón. Esta última atacó especialmente la variedad CP 57-603, común en la región. Para enfrentar el problema, como primera medida, se destruyeron las cepas infectadas y de manera paulatina se reemplazaron por variedades resistentes. Afortunadamente la variedad MZC 74-275 desarrollada por el Ingenio Mayagüez, de buenas características agronómicas y un alto contenido de sacarosa, resultó resistente a la raza del carbón existente y, por lo tanto, se utilizó para reemplazar las plantaciones infectadas. En forma alternativa, en aquellas zonas donde la variedad MZC 74-275 no presentó buen desarrollo, se ha utilizado la variedad PR 61-63. Las nuevas variedades desarrolladas para el valle geográfico del río Cauca tienen, actualmente, resistencia a carbón, roya y mosaico; a la vez, se están buscando nuevas variedades tolerantes a la enfermedad.

El raquitismo de la soca es otra enfermedad insidiosa que no se detecta de manera visual y que puede reducir drásticamente la producción, especialmente durante los años secos. El control mediante el empleo de cámaras de aire caliente no ha dado los resultados esperados, a tal punto que durante 1981 la incidencia de la enfermedad en los campos comerciales fue de 15%, aproximadamente. Sin embargo, con el tratamiento de los esquejes en agua caliente es posible reducir el grado de infección a 2%.

La región ha sido pionera en el control biológico de plagas, especialmente *Diatraea Spp.* Este control se basa en el manejo integrado, lo cual exige un seguimiento continuo del nivel de infección, mediante una alta inversión de tiempo, recursos y esfuerzo humano.

Variedades. Hacia el final de la década de lo 60, la variedad POJ 2878 predominaba en el valle geográfico del río Cauca, pero en la década de los 80 era la CP57 – 603 la que mas se cultivaba. Sin embargo, como se menciona anteriormente, esta ultima fue prácticamente destruida por el carbón y la roya, lo que obligo a su reemplazo por la variedad MZC 74-25, que predomina actualmente. En este proceso se nota una tenencia hacia el uso de variedades de acuerdo con los diferentes nichos ecológicos existentes en la región; así, mientras la variedad POJ2878 alcanzo más del 80% del área sembrada, La CP57-603 llego a 65% y la MZC74-275 ha alcanzado en los últimos años el 45% de dicha área.

En el futuro se espera que la tendencia sea hacia la siembra de una mayor diversidad de variedades adaptadas a las diferentes condiciones ecológicas. Este proceso estará probablemente acompañado de un mayor número de variedades producidas localmente, ya que hasta finales de la década de los 70 las variedades utilizadas eran, en su mayoría, de origen foráneo, mientras que en 1994 más de la mitad eran colombianas.

Fertilización. Con la agrupación de los suelos de la zona azucarera de acuerdo con sus características físicas y químicas, se ha observado un cambio paulatino en la aplicación de las recomendaciones universales sobre el uso de fertilizantes. Por ejemplo, el fósforo se aplica en niveles muy bajos debido a la escasa respuesta en producción de las variedades predominantes, mientras que la respuesta a potasio depende del tipo de suelo y la variedad.

Parece que algunas variedades CENICAÑA-Colombia (CC) tiene una mayor

producción de caña con aplicaciones moderadas de nitrógeno que las variedades tradicionales. Se espera que en el futuro la cantidad aplicada de fertilizante sea determinada no solo por el tipo de suelo sino también por la variedad de caña.

Riego. A mas agua mas caña y por ende mas azúcar – este principio, tradicional en la región, ha perdido fuerza debido a los nuevos conocimientos sobre requerimientos de agua. A principios de los 80 era frecuente encontrar suertes que recibían 12 o mas aplicaciones de riego, pero en 1992 como resultado de una fuerte sequía y del racionamiento de la energía eléctrica que obligo a restringir la utilización de los pozos profundos, los productores empezaron a hacer un mejor uso del balance hídrico para programar los riegos y dieron una mayor importancia a la aplicación por surcos alternos.

En los últimos años se han observado grandes diferencias en los requerimientos de agua de las diferentes variedades; por ejemplo, la variedad MZC 74-275 no tolera la deficiencia de agua y mantiene su rendimiento aun bajo condiciones de exceso de agua; lo contrario ocurre con la variedad CC84-75. Se espera que en el futuro el manejo de riego sea diferente de acuerdo con los requerimientos de cada una de las variedades.

Maduración de la Caña. En un principio la maduración de la caña se inducía sometiendo la planta a estrés por déficit de agua para acelerar su agotamiento. En este sistema, la maduración depende de las lluvias y los rendimientos son mayores cuando ocurre una sequía 1 o 2 mese antes de la cosecha. No obstante, con el uso de madurantes o productos químicos que aceleran la maduración, es posible obtener caña para cosecha con mayores rendimientos a través de todo el año.

Cosecha. En la década de los 70, conjuntamente con el alce mecánico, apareció la práctica de la quema antes de la cosecha, llegando a ser de uso generalizado

debido a que facilita el corte y permite la entrega de caña limpia al molino.

Actualmente, el corte en su gran mayoría se hace en forma manual, pero existe una marcada tendencia hacia la adopción de corte mecanizado. Varios ingenios introdujeron el corte mecanizado en la década de los 80. Siendo el ingenio Providencia el primero en experimentarlo, aunque más tarde lo descartó. Sin embargo, en la actualidad, debido al alto costo de la mano de obra y a problemas de contaminación ambiental, el empleo de cosechadoras tipo combinada y el alce continuo han cobrado de nuevo importancia, a tal punto que a principios de 1995 ya existían el sector seis equipos de este tipo. En el futuro, se espera un aumento paulatino de la cosecha mecanizada como resultado de sus ventajas en la reducción de costos y del tiempo entre cosecha y molienda, y la mayor flexibilidad en la programación de las cosechas.

Estos cambios conllevarán una disminución en las quemaduras y una mayor proporción en caña verde, lo que implicará cambios fundamentales en el manejo del cultivo hacia la obtención de variedades erectas con buen deshoje y la introducción de nuevas tecnologías para el manejo de residuos.

Quema de la caña de azúcar. La práctica de quemar la caña nace de la necesidad de mano de obra, para las labores de corte y recolección de caña de azúcar y además para abaratar costos de producción ocasionados por el aumento de la eficiencia del cortero en la labor de corte.

Los objetivos de la quema de caña son:

- Eliminar el mayor porcentaje posible de hojas para evitar que con el alce mecánico esta materia extraña llegue a la fábrica
- Con este objetivo se ve claro que con la mecanización del alce, es preciso involucrar otros cambios como la quema en la cosecha de caña, porque al buscar eficiencia en las labores, por vía de la mecanización, la calidad de la caña se debe

alterar lo menos posible

- Aumentar el rendimiento del cortero
- El rendimiento del cortero (Toneladas/Hombre x día), se ve reflejado en el aumento del 30% más en la caña quemada que en la caña verde
- Facilitar las labores de cultivo
- Debido a la dificultad de acceso a las suertes de caña verde ofrece menos inconvenientes, contribuyendo de esta forma a que la labor sea menos dura para el trabajador.

Los factores que alteran una buena quema son; la lluvia, la temperatura, la velocidad y dirección del viento. Como ya se mencionó, uno de los motivos principales para introducir la quema, fue debido a la recolección mecanizada de la caña de azúcar; incorporando la quema intencional al mismo tiempo que se adecuaban los campos a los medios mecánicos. La caña al ser quemada tiene una pérdida de sacarosa, pero reduce su contenido de materia extraña cuando se corta mecánicamente, además aumenta la velocidad de su deterioro, sobre todo si llueve sobre la caña quemada; por lo que se recomienda cosechar y moler en el menor tiempo posible. Además, el jugo de la caña quemada tarda más en clarificar, y también produce obstrucciones en los evaporadores. Además el blanco del azúcar se ve afectado por las minúsculas partículas de carbón de la caña quemada. Los efectos negativos de la caña quemada son: pérdida de peso de la caña por evaporación del agua y una baja en el contenido del azúcar por inversión de sacarosa en glucosa y fructosa. Durante las primeras 24 horas el deterioro es difícil de medir en términos económicos, pero aquí en adelante se comienza a apreciar al deterioro hasta llegar a pérdidas definitivas para el cañicultor y/o ingenio.

Efectos ambientales de la quema de caña de azúcar. Como seres humanos hemos cambiado nuestro planeta y sus recursos de manera inimaginada. Hace menos de un siglo diferentes científicos concluían que por el tamaño de los

océanos y la cantidad de especies que estos albergaban, los recursos pesqueros que ofrecían eran inagotables (Roberts 1997). Hoy día, después de 40 años de la pesca industrial, gran cantidad de especies de peces e invertebrados han sido llevadas a extinción casi total como resultado de la sobreexplotación (Roberts 1997) (esto también ocurre en Colombia). Similarmente, hace pocos años hubiera sido absurdo pensar que un día pagaríamos por agua. Hoy día, sin embargo, el consumo y/o pago de agua embotellada y/o con algún nivel de tratamiento. Entonces no debería sorprendernos si en los años venideros tuviéramos que pagar por el aire que respiramos. Hoy nos enfrentamos a problemas ambientales capaces de cambiar nuestro aire y por eso tenemos que actuar para cambiar, lo que sabemos somos capaces de hacer.

El problema de la actividad agrícola de la quema del follaje y residuos de cosecha de la caña de azúcar planteada a continuación tiene efectos directos e indirectos no solo en la calidad del aire que respiramos sino también en otros procesos relacionados con el calentamiento de la atmósfera y la pérdida de biodiversidad. El hecho de que la calidad ambiental en el que vivimos los colombianos se encuentre protegida en nuestra Constitución hace para el estado una obligación detener esta actividad agrícola.

El cultivo de la caña de azúcar es la principal actividad agrícola del departamento del valle del Cauca cubriendo casi toda el área plana de este departamento. La expansión agrícola de este, y de otros cultivos en menor escala, han generado en menos de seis décadas un paisaje homogéneo en el que selvas y bosques han sido deforestadas, y muchas especies de mamíferos, aves, reptiles, peces e invertebrados llevadas a su extinción total o casi total (Constantino 1993). Además de sus estragos históricos sobre los recursos naturales, el cultivo de la caña de azúcar incluye las quemas como componente crítico al deterioro de la salud humana, al ambiente y a la pérdida de la biodiversidad. Tales efectos son ya reconocidos en Australia, Cuba y otros países, en los cuales las quemas de caña

son consideradas ilegales. En Colombia se esperaba que el año 2005 fuera el final de esta degradante actividad. Sin embargo, los ingenios azucareros lograron que el Presidente de la República a través de varios de sus ministerios, mediante decreto 4292 de 2004, otorgara una prórroga indefinida para las quemaduras controladas en actividades agrícolas. Esta desafortunada decisión gubernamental hace necesario recordar las diferentes consecuencias de la quema en cultivos de caña de azúcar y la necesidad de enmienda de la decisión tomada.

Los Problemas de las quemaduras. La quema es una actividad usada al tiempo de la cosecha de la caña, la cual facilita la operación de corte. Es de anotar que la quema no es un paso indispensable pues otros países utilizan el corte directo de la caña y/o de maquinaria especializada. En tales casos de la caña puede ser utilizada en la producción de otros productos como el papel o madera prensada y/o dejada en las plantaciones para el enriquecimiento de los suelos con materia orgánica. Durante las quemaduras, las temperaturas pueden alcanzar hasta los 1.500 Oc. causando que la gran cantidad de animales que se encuentran en los cañales un hábitat alternativo a su deteriorado hábitat natural mueren incinerados. Tales temperaturas causan también la muerte de una gran cantidad de microorganismos del suelo entre los cuales se encuentran bacterias, hongos, algas, nematodos, colémbolos, anélidos, gran cantidad de especies de insectos y ácaros, todos estos con papeles importantes en la nitrificación mantenimiento del suelo (Kolmans y Vasquez 1996).

Las bacterias, por ejemplo, nutrifican el suelo debido a funciones específicas relacionadas con la descomposición de celulosa, pectinas y proteínas, oxidación de amonio y nitritos, y fijación de nitrógeno atmosférico.

Los hongos por su parte dan firmeza mecánica al suelo en simbiosis con las raíces de las plantas aumentan la fijación de carbono a estas. Las algas reubican en la superficie del suelo por su dependencia de la luz y mediante la fotosíntesis

asimilan carbono y enriquecen el suelo con nitrógeno y oxígeno. Anélidos como las lombrices también favorecen la aireación y humidificación del suelo, mientras que sus actividades metabólicas transforman materia orgánica en una gran cantidad de nutrientes (Kolmans y Vasquez 1996). Las altas temperaturas durante la quema incineran todos estos microorganismos causando así la esterilización del suelo y por ende su erosión.

Durante la combustión de la hoja de caña también se generan una gran cantidad de productos incluyendo humo, hidrocarburos gaseosos, monóxido de carbono, materia orgánica poli cíclica y de elementos trazas todos estos con reconocidos efectos a la salud y al deterioro del medio ambiente. El humo por ejemplo contiene gran cantidad de aerosoles líquidos y sólidos con tamaño de 0.1 a 0.5 micras, los cuales pueden atravesar el sistema de colección o tracto respiratorio humano acumulándose en la región alveolar del pulmón causando así una incorrecta oxigenación de la sangre. Gases como el monóxido de carbono también interfieren con la oxigenación incrementando los riesgos de enfermedades sanguíneas. La inhalación de tales gases también agrava el estado de pacientes con bronquitis crónica, enfisema pulmonar y el asma bronquial y pueden causar irritaciones nasales, lagrimeo y sensación de opresión torácico (Madriñan 2001). La caña de azúcar también absorbe silicio, en forma de ácido silícico, el cual se deposita en las hojas en forma de sílice opalino. Durante la combustión esta sustancia se convierte en fibras de sílica biogénica en el rango de tamaños que pueden llegar hasta el pulmón donde ocasionan mesotelomía pleural y cáncer de pulmón. Durante la combustión de la hoja de caña también se liberan compuestos como hidrocarburos aromáticos policíclicos, benzopireno y sus congéneres, cuya inhalación incrementa los riesgos de cáncer de pulmón y esófago. Rothschild y Mulvey (1982) reportan para los Estados Unidos un incremento en la mortalidad por cáncer de pulmón asociado con el cultivo de la caña de azúcar. En el Valle del Cauca, en el año 1989, por ejemplo, se reportan 2045 casos de enfermedades respiratorias agudas. Aunque no hay un estudio que relacione estos casos

directamente con los gases producidos durante la quema de caña, lo que si es cierto es que todos los casos resultaron de productos que se generan durante tales quemas. También cabe anotar que Madriñan (2001, pg68) sugiere que el incremento en casos de cáncer de esófago y mesoteloma pleural en trabajadores de la caña de azúcar puede estar relacionado su frecuente exposición a sustancias carcinógenas producidas durante la quema.

La combustión de la hoja de caña produce gas carbónico, dióxido de sulfuro y óxidos nitrosos los cuales agudizan problemas de calentamiento global debido al efecto invernadero y generan lluvias acidas que pueden afectar directamente el paisaje arquitectónico, organismos vivos y acidificar suelos y cuerpos de agua.

A esto hay que adicionar que las cenizas de la caña contiene altos contenidos de potasio, el cual al reaccionar con el agua genera compuestos corrosivos y contribuye a la acidificación de los cuerpos de agua y al efecto nocivo que esto tiene en animales es acuáticos.

El efecto de invernadero, por ejemplo, es un proceso natural en el cual energía solar con longitudes de onda corta logran atravesar todas las capas gaseosas que protegen nuestra atmósfera y luego son irradiadas por la superficie terrestre en longitudes de onda larga o calor. Debido a la amplitud de las ondas irradiadas muchas de estas no pueden regresar al espacio ocasionando en la atmósfera temperaturas calidas. El problema con actividades de producción de CO y CO₂ como las quemas, es que incrementan la concentración de estos gases intensificando así el efecto Invernadero y ocasionando una mayor retención de calor en la atmósfera o también llamado calentamiento global.

La quema de la caña es una actividad agrícola innecesaria, con efectos negativos sobre la salud humana, en la calidad ambiental en la cual vivimos y en diferentes aspectos climáticos y ecológicos.

Corte de la caña de azúcar. El corte y el alce manual de caña de azúcar, son tareas duras realizadas en condiciones físicas difíciles. Para atraer personal suficiente para atenderlas, serían necesarios incrementos substanciales de salarios que afectarían el sistema de costos del producto final.

Se ha observado que la labor de corte en el Valle del Cauca, ha sido susceptible a mejorarse notablemente mediante la adaptación de sistemas diferentes de corte manual como fue la transición del machete "Sable Rojo" al machete "Australiano" en el año de 1974, cuando hubo una crisis de corteros que buscaban mayores alternativas laborales fue cuando se propuso el corte de caña con machete "Australiano" y tal idea fue acogida por el entonces presidente de ASOCAÑA Rodrigo Escobar, quien montó el centro Piloto y estableció la metodología del corte australiano, con participación del SENA. Primeramente, el machete era importado y ahora es fabricado por Collins de Colombia, con la incorporación del machete australiano, se pasó de un promedio de eficiencia de 3.5 Ton-Hom/Día a 8 Ton-Hom/Día. Por tal motivo, se disminuyó la cantidad de trabajadores de 800 a 400 hombres; corrigiendo así el déficit de mano de obra y aumentando el nivel de vida de los trabajadores, dado que el aumento en su eficiencia provoca mayores ingresos monetarios que se reflejan en su calidad de vida. Con lo anterior, se logra un doble efecto que es el de lograr un mayor incentivo salarial y una mayor productividad por hombre empleado, que disminuye los costos de la empresa.

El corte manual de la caña, sigue siendo la forma más común de cosecharla. Los tallos se cortan a ras de suelo y el cogollo se corta separándolo del tallo haciéndose el corte por un punto inmediatamente arriba del último canuto visible en el extremo superior del tallo. A la vez que se corta y descogolla el tallos de la caña, se quitan las hojas; por esto es, que la caña cortada a mano resulta ser mucho más limpia que la que se obtiene de cualquiera de los tipos de máquinas existentes, pero el aumento de la producción, costos de la producción y escasez de la mano de obra, han intensificado la búsqueda del equipo idóneo para la cosecha.

Alce mecánico. Uno de los factores más importantes para la mecanización es la adaptación de los sembrados o suertes; se debe nivelar el terreno para un mejor desplazamiento de las máquinas; en ambos extremos del campo deben dejarse cabezas donde puedan doblar las máquinas y facilitar el transporte de caña.

El alce mecánico de la caña, proporciona un ritmo más acelerado de introducción de caña en la fábrica, claro está aumentando un gran porcentaje de materia extraña, ya que con este tipo de alce se arrancan capas y se introduce mucha tierra sobretodo en tiempos húmedos.

La eficiencia de la alzadora aumenta en surcos largos, pero la eficiencia disminuye cuando los surcos pasan de la longitud requerida (más o menos 400 metros). El alce mecánico, agrega una labor adicional en el campo que consiste en el control de materia extraña.

Cuando la caña se corta a mano, y en especial cuando se quema antes de cortarse, la materia extraña se limita solo a hojas verdes, secas chulquines y cogollos; y toda la materia extraña que se mezcla con la caña, depende del ancho de las chorras, y de la humedad del campo.

La basura de la caña disminuye la producción de azúcar recuperable, afecta la operación de la fábrica, reduce el promedio de la molienda neta de caña, baja la pureza del jugo diluido y los jugos residuales, aumentando costos de mantenimiento por tonelada de caña. Los cambios en la calidad de la caña que entra al molino, se deben en gran parte a la mecanización del corte y el alce, que es lo que añade gran cantidad de materia extraña. El exceso de tierra que posee la caña manipulada con alzadoras mecánicas, presenta serias dificultades de molienda; estas cantidades indeseables de tierra se presentan particularmente en periodos de alta pluviosidad y cuando hay un mal enchorre de la caña ocasionando un alce mecánico con un elevado volumen de tierra. En el sector

azucarero ha existido una fuerte tendencia hacia la mecanización en el cultivo; en consecuencia se fue cambiando el diseño de las suertes, en miras de una mecanización total de la cosecha.

A partir de 1969 cuando se introdujo el alce mecánico se posibilitaron las labores nocturnas y de esta forma se suministró caña a la fábrica durante 24 horas. Con este sistema de cosecha nocturno, se aumentaron los márgenes de caña molida. Paralelamente entraron a funcionar vagones de mayor altura y capacidad con sistema de descargue mecánico.

Ventajas del alce mecánico. Entre las ventajas del alce mecánico, se encuentran:

- Aumento del volumen de caña cosechada.
- Aumento de la eficiencia en el alce.
- Economía de la mano de obra.
- Economía de equipos.
- Rendimiento de operación.
- Rendimiento de transporte.
- Facilidad en el pago a destajo de los tractoristas por el alce continuo de caña.
- Entrada de caña más fresca a la fábrica, reduciendo los tiempos de permanencia.

Desventajas del alce mecánico:

- ♦ Destrucción de cepas, que ocasionan una resiembra.
- ♦ Mayor pisoteo de la suerte por vagones, tractores y alzadoras.
- ♦ Aumento de impurezas en la caña, especialmente en tierra.
- ♦ Aumento en el pago a proveedores y corteros que se benefician por el peso del material extraño, además del transporte adicional que se paga por este.
- ♦ Incremento de los costos de mantenimiento y elaboración.
- ♦ Aumento de las labores de campo, por la introducción de materia extraña.
- ♦ Disminución del rendimiento fabril por aumento de las pérdidas de sacarosa

en cachaza (aumento de cachaza).

El transporte de la caña de azúcar. En los años 30's, la caña de azúcar se transportaba en ferrocarril, con vagones de madera empujados por bueyes; después se hacía en pequeños tractores con llantas metálicas, que posteriormente se reemplazaron por las de caucho.

A medida que el sector azucarero fue adquiriendo nuevos predios a mayor distancia de la fábrica, fue necesario disponer de estaciones de trasbordo en vagones con mayor capacidad. Sucesivo a esto, a mediados de los años 80's fue necesario reemplazar este tipo de transporte por vagones hidráulicos autodescargables, los cuales son cargados por las alzadoras de uña. El director de la división de cosecha, con base en la programación de corte asigna los equipos para cada suerte cortada. Para asignar los equipos de transporte se tienen en cuenta la ubicación del frente y la capacidad de los equipos así:

- ♦ Para un frente cercano de una distancia menor o igual a 8 Km. se asignan tractores de tiro directo de 235 H.P. con capacidad de 2000 Ton/Día/Frente aproximadamente, cada uno con 7 vagones activos y 1 de reserva (vagones pequeños)
- ♦ Para un frente medio de una distancia entre 8 y 14 Km. se asignan tractores de tiro directo con capacidad de 2000 Ton/Día/Frente aproximadamente, cada uno con 10 vagones activos y de 1 de reserva (vagones tipo carretón)
- ♦ Para un frente mayor de 14 Km. se asignan tractomulas y autovolteo de 250, 290, y 350 H.P. con capacidad de 1700 Ton/Día/Frente aproximadamente, estas tractomulas son dobles y sencillas (dependiendo de la vía, una canasta o dos).

El transporte de caña del campo hasta la fábrica, es uno de los puntos críticos en la producción de azúcar en el Valle del Cauca, representándose como uno de los mayores costos después de la caña misma.

Los cambios tecnológicos en los sistemas de alce y transporte requieren un modelo diferente de utilización para cada una de las fincas que proveen a los ingenios, debido a la diversidad de los suelos y a lo complicado que resultan algunas vías de acceso al ingenio.

Cosecha mecanizada de la caña de azúcar. El Valle Geográfico del Río Cauca, es una de las regiones con mayores posibilidades entre todas las regiones del país de alcanzar niveles muy altos de productividad, esenciales en los momentos de modernización del agro colombiano. Para tal fin, necesariamente se debe ser eficiente en la utilización de recursos existentes. El sector azucarero colombiano, siendo la agroindustria más relevante de la región se enfrenta a grandes problemas como la escasez de mano de obra en las labores de cosecha de caña de azúcar.

La edad promedio de dicho personal es muy avanzada, además de la dificultad que existe para enganchar gente nueva que se dedique a estas labores. La mecanización de la cosecha da una respuesta a este serio problema aunque no se debe desestimar el inconveniente que presenta la mecanización, como por ejemplo en la calidad de la caña y todas las incidencias de tipo social debido al desplazamiento de la mano de obra que opera en el momento; además se requiere de una partida del presupuesto para fines de capacitación, e inversión para adquirir maquinaria. Por otro lado, la mecanización de la cosecha posibilita reducir los costos o al menos mantenerlos. Un punto clave que toma mucha importancia es el balance entre la cosecha manual y mecánica, es el hecho de que en las operaciones manuales la administración utiliza métodos y estructuras de la organización hacia el manejo de un gran número de trabajadores no adiestrados, incluyéndose en esta forma el reclutamiento de personal, transporte, alimentación, supervisión del trabajo, etc. Mientras que en la cosecha mecanizada, la administración debe dirigirse hacia el manejo de una fuerza de trabajo especializada y semiadiestrada, disminuyendo en número del personal y

con un nivel más elevado.

La toma de decisiones más la organización y el control, son los elementos fundamentales para la incorporación tecnológica que se requiera hacerse en cosecha, además para conseguir los márgenes elevados de eficiencia, se requiere que exista una relación muy estrecha entre los elementos que la conforman: el corte, el alce y el transporte.

Cuando hablamos de cosecha mecanizada de caña de azúcar en Colombia, hablamos de un sistema innovador en el proceso de recolección de la caña de azúcar que resulta ser un tema relativamente nuevo en materia de incorporación tecnológica adaptada por los ingenios del Valle Geográfico del Río Cauca. Esto conlleva a ensayos y estudios respectivos para su implementación asesorados por CENICAÑA.

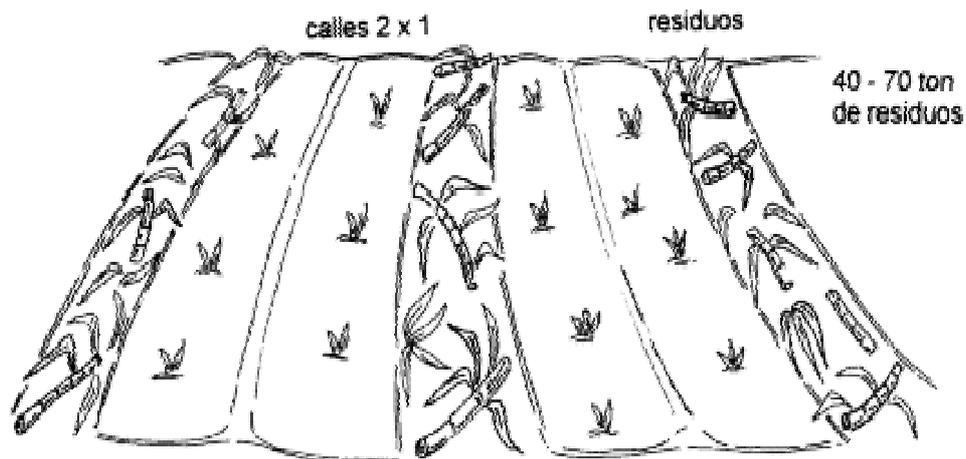
Importancia de la mecanización de la cosecha de caña de azúcar. En la década de los 70's, se comenzaron a hacer en Colombia ensayos con las máquinas cosechadoras CLASS, que actuaban en caña quemada con el fin de desplazar mano de obra y abaratar costos de las empresas productoras de azúcar, pero estas máquinas no suplieron las necesidades requeridas en la cosecha, haciendo desistir a los ingenios de la adquisición de esta tecnología, retrasando así el ingreso de este tipo de máquinas al país. Hasta finales de la década de los 80's, la necesidad por adquirir tecnología para cosechar la caña de azúcar vuelve a ser de primer orden para los ingenios; aunque no se realizaron preparativos previos para tal fin, dando de nuevo resultados no favorables para el sector.

A partir del gobierno del Doctor Ernesto Samper, se institucionalizó el Ministerio del Medio Ambiente; el cual dio un plazo máximo para detener las quemadas de caña hasta el año 2005; lo cual crea la urgencia de mecanizar totalmente la cosecha de la caña de azúcar.

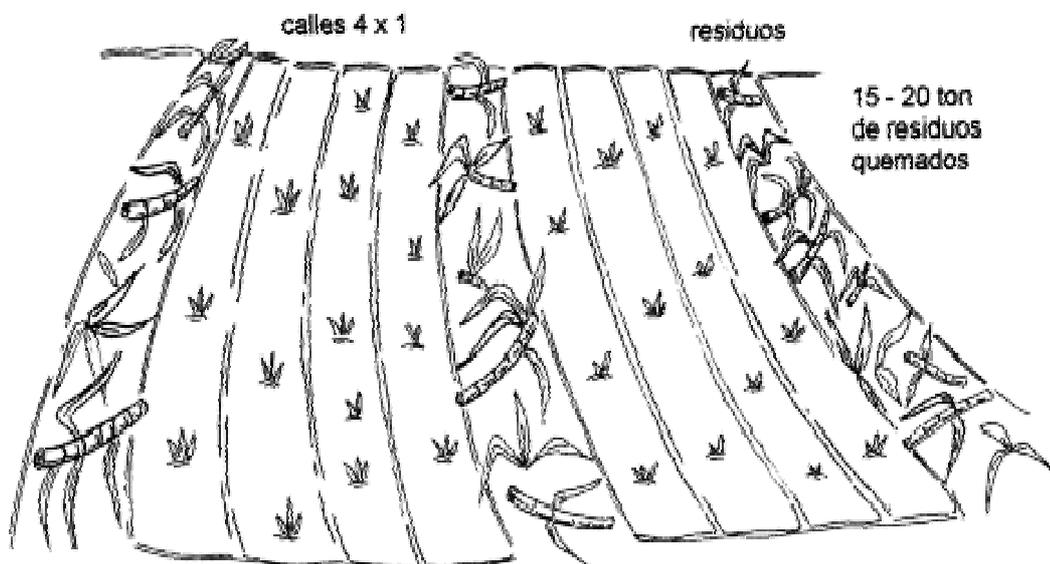
En estudios realizados por CENICAÑA, se llegó a la conclusión que los problemas que presenta la total mecanización de la cosecha son

- ♦ Alta presencia de residuos después del corte, que alcanza entre 40 y 80 toneladas por Hectárea
- ♦ El manejo de los residuos después afecta el vigor de las cepas, las cuales pueden perder entre 10% y 20% de su capacidad para desarrollarse
- ♦ El encalle se dificulta hasta el punto de que no es posible utilizar el equipo, ya que los residuos en el suelo no permiten pasar de un tablón a otro para hacer las labores de cultivada y abonada
- ♦ No es posible hacer el aporque en las suertes programadas; por otra parte el riego, la abonada y la cultivada con el encalle 2 x 1, cuando se hacen, solo alcanzan el 50% del área en comparación con en encalle 4 x 1.

ACOMODO DE RESIDUOS EN EL CAMPO DESPUÉS DE LA COSECHA



2 x 1: SIN QUEMA NI REQUEMA



4 X 1: CON QUEMA Y REQUEMA

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado es descriptivo porque pretendió analizar los probables efectos de la mecanización del corte de la caña de azúcar.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio se desarrolla tomando como referencia los ingenios ubicados en el valle geográfico del Valle del Cauca a saber Rió paila, San Carlos, Pichichí, Providencia, Manuelita, Mayagüez, Castilla, Cauca Cabaña, María luisa y Central Tumaco, los ingenios se clasifican teniendo en cuenta el número de toneladas de caña molidas.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La información del estudio se recolecto a través de datos secundarios tomando como referencia las siguientes fuentes de información:

- Cenicaña
- Asocaña
- Dane
- Tecnicaña
- Ingenios azucareros

Se efectuó una revisión de los trabajos sobre manejo de caña sin quemar efectuados conjuntamente por CENICAÑA y los ingenios, así como los resultados de ensayos recientes con frentes de corte en caña sin quemar realizados en los ingenios Providencia y La Cabaña, San Carlos (caña limpia) Manuelita, Castilla, Mayagüez y Cauca, incluyendo los resultados de las evaluaciones de maquina cosechadoras en prueba.

En esta etapa se identificaron los sobrecostos del cambio de proceso susceptibles de ser cuantificados con la información disponible y se procedió a hacer los cálculos para la industria en su conjunto.

Los datos agregados para la industria, se obtuvieron de una encuesta sobre costos y productividad de la cosecha y otras labores en caña quemada y sin quemar, realizada entre los ingenios afiliados a ASOCAÑA.

Con los datos así obtenidos se obtuvo un costo promedio ponderado por las toneladas molidas por cada ingenio, para diferentes labores del proceso productivo.

5.4 TÉCNICA DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se clasificaron tomando como base las siguientes variables

- Toneladas de Caña
- Materia Extraña
- Toneladas de caña Molidas
- Caña Quemada
- Caña Sin Quemar
- Eficiencia Caña Quemada
- Eficiencia Caña sin quemar

- Horas Trabajadas
- Costo Caña
- Hectáreas Cosechadas
- Eficiencia con caña quemada

Se hizo uso de los siguientes indicadores:

- Indicadores de Rendimiento.
- Indicadores de Eficiencia.

6. EFECTOS DE LA ELIMINACIÓN DE LAS QUEMAS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

La práctica de la quema de la hoja de caña previa a las labores de cosecha es una práctica generalizada en el medio cañero y se inicio en Colombia en los años setenta para facilitar el corte y reducir el porcentaje de materia extraña que llega al ingenio, por sus afectos adversos en el rendimiento de la extracción en fábrica y la generación de sobrecostos para la industria en varias etapas del proceso, como es el caso de los pagos adicionales que debe efectuar por concepto de corte, alce, transporte y pago a proveedores, por un material adicional que en realidad no corresponde a materia prima.

La quema post-cosecha obedece a la necesidad de disponer de los residuos agrícolas en un cultivo caracterizado por su elevada producción de follaje sobrante. De hecho, el gran volumen de residuos asociado (aprox. 50 Ton/ha), además de impedir la realización normal de las practicas posteriores a la cosecha (preparación o nivelación del terreno, diseño de las suertes, sistemas de riego, escarificación, aporcamiento, abono y control de malezas, entre otros), afectan el rebrote de la caña por la falta de luz, y le causan competencia por nutrientes, afectando la productividad de la caña en el campo. En estas condiciones, la eliminación de los residuos resulta indispensable para llevar acabo con eficiencia las prácticas agrícolas. De lo contrario, esto se traduciría en un descenso en la productividad (tonelaje de caña/Ha) y por tanto en mayores costos de producción.

Pese a las bondades demostradas de la quema, ésta práctica de cultivo ha sido cuestionada debido a que genera ciertas prevenciones en la comunidad principalmente por la molestia de las emisiones de pavesas y su efecto sobre la calidad del recurso aire.

6.1 EFECTOS DIRECTOS SOBRE EL SECTOR AZUCARERO

Entre las consecuencias que tendría sobre la industria azucarera la adopción de una medida que eliminara de forma inmediata la quema de caña se tienen

- Reducción del rendimiento del cortero.
- Incremento en la accidentalidad en la etapa de corte.
- Alce y transporte de materia extraña.
- Deterioro en la calidad de la materia prima por impurezas.
- Pago a proveedores por materia prima con alto nivel de impurezas.
- Reducción en la eficiencia de la molienda.
- Efecto en el rendimiento comercial.
- Pérdidas de sacarosa en bagazo.
- Reducción de la calidad del bagazo, materia prima para la producción de papel.
- Dificultades en la clarificación y elaboración.
- Incremento en los costos de mantenimiento de equipos de fábrica.
- Alto riesgo de incendio en las plantaciones.
- Mayores costos de manejo de residuos post – cosecha.

Los efectos directos a continuación se analizan desde el punto de la producción desagregada en tres etapas corte, alce y transporte dado que son las variables afectadas en la no quema. Para tal fin se desarrolló un modelo de simulación para tres escenarios del proceso, el cual se explica a continuación.

Escenario 1- El nivel de molienda permanece constante (La materia extraña aumenta y la caña real molida disminuye).

Se asume que la capacidad de molienda es inmodificable en el corto plazo.

Dado que el volumen de biomasa molida (caña + materia extraña) no varía. Al aumentar la materia extraña se hubiera reducido la caña real molida. Lo cual conlleva que la producción efectiva de azúcar sea menor. Es que se produce menos azúcar a un costo mayor.

Escenario 2- El nivel de molienda aumenta en igual magnitud que la materia extraña (La caña real molida permanece constante).

En este caso la caña real es una constante, la materia extraña aumenta y en consecuencia el nivel de molienda se incrementa en la misma proporción que la materia extraña.

Esto tiene mayores repercusiones en términos de costos adicionales pero a cambio tiene una incidencia menor en la reducción de los ingresos por venta de azúcar.

Escenario 3- Se mantiene constante la producción de azúcar (Aumenta la materia extraña y la caña real molida).

En este caso, además de aumentar la materia extraña, la caña real molida debe aumentar para poder mantener la producción de azúcar.

En este caso las ventas de azúcar no disminuyen pero los costos de producción aumentan más que en los casos anteriores.

6.2 EFECTOS SOBRE EL PROCESO DE CORTE

Los efectos sobre la labor de corte afectan tanto a los corteros como a la industria y, surgen; primero como consecuencia de la caída en el rendimiento del cortero

cuando tiene que cortar caña sin quemar a la cual no esta habituado y, segundo, por el incremento en el volumen total de biomasa que resulta del incremento de materia extraña cuando la caña no se quema (la caña verde o sin quemar conserva el cogollo y el follaje) La labor al cortero se le paga a destajo y en consecuencia una reducción en el rendimiento significa una reducción en su ingreso.

En encuesta realizada entre ingenios, la eficiencia promedio de los corteros pasa de 5 Ton/día a 3 Ton/día, lo cual puede ser un estimado conservador debido a que se trata de un año relativamente seco y, por tanto, hace referencia a la ⁽³⁾ encuesta realizada por Asocaña.

Los efectos sobre los rendimientos no fueron tan desfavorables como en épocas de invierno normales, cuando se dificultan mas las labores agrícolas. Además, cuando se exige caña limpia, proceso que ya se efectúa en algunos ingenios, la eficiencia baja a 1.5 - 2 Ton/día.

La reducción en la eficiencia implica también, que se tendría que contratar corteros adicionales para compensar la baja productividad de los ya vinculados. Se calcula que tendrían que contratarse aproximadamente 8500 corteros adicionales para compensar el descenso de productividad, lo cual tendría repercusiones negativas para la industria.

Aunque es socialmente deseable que se incremente el número de personas empleadas por la industria azucarera, la apreciación pierde validez al contratarla, por la caída real de los ingresos de los corteros, y su efecto en el nivel de vida y por lo tanto el de sus familias, si se tiene en cuenta que cada trabajador tiene en promedio cinco personas a su cargo.

Igualmente, los efectos de la suspensión de las quemas podrían conducir a una

acción de rechazo de los corteros a través de sus sindicatos al ver disminuidos sus ingresos y al corte de caña verde con sus efectos negativos al cortero dado. El follaje y la pelusa de la caña y además el riesgo al introducirse en nichos construidos en el cañaduzal (insectos).

Por otro lado, los costos adicionales en que incurriría la industria al dejar de quemar la caña son de dos tipos. En primer lugar, tendría un sobre costo inmediato representado por la mayor tarifa a los corteros y en segundo término, el mayor volumen de biomasa hace que la industria termine pagando por más toneladas con el mismo volumen de sacarosa.

En efecto, cuando la caña no se quema el porcentaje de materia extraña - hojas, chulquines, cogollos, tierra - aumenta, con lo cual la industria no solo pagaría una cifra adicional al cortero por un mayor tonelaje sino que llevaría a fábrica y molienda un mayor volumen de biomasa por el incremento en las impurezas.

Con base en los análisis se establece que del volumen de cada caña quemada que llega a los molinos un 5% corresponde a materia extraña. Este porcentaje aumenta a 11% cuando la caña no se quema y alcanza 12% cuando se trata de cosecha mecánica.

Haciendo extensivos los resultados para toda la industria y utilizando la tarifa promedio de corte para caña quemada y una tarifa que compense la caída en eficiencia para caña sin quemar, se infiere que si se hubiera dejado de quemar caña, los sobre costos con el proceso de corte manual hubieran sido del orden de los \$30.943 millones, al pasar de \$ 46.415 millones a \$ 77.360 millones, suponiendo que el nivel de molienda permanece constante y que el aumento en materia extraña implica una reducción en la caña real, con lo cual no se pagaría por peso adicional en esta etapa. (Ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Corte sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia del cortero.

	Tarifa \$/Ton.	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Corte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada	2.814	15,669,45	824,70	46,415,982,3	—	
Sin quemar manual	4.690	14,679,80	1,814,35	77,359,970,6	66.67%	30.943.988.2
Sin quemar Mecánico	2.743	14,514,86	1,979,29	45,243,483,6	-2,53%	-1.172.498.761

Fuente: El autor

En el escenario No.2: En este escenario permanece constante es la caña real molida, el sobrecosto es mayor, \$ 35,585 millones, lo que equivale a un incremento de 76% aproximadamente. (Ver Cuadro 4)

Cuadro 4. Sobrecosto por aumento de materia extraña y menor eficiencia del cortero.

	Tarifa Corte \$/Ton.	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Corte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada	2.814	15,669,453	824,708	46,415,982,384	—	
Sin quemar manual	4.690	15,669,453	1,814,358	82,001,568,878	76,67%	35,585,586,49
Sin quemar Mecánico	2.743	15,669,453	1,979,299	48,410,527,477	4,30%	1,994,545,093

Fuente: El autor

En el escenario No 3, aumenta la caña y la materia extraña, el tonelaje aumenta mucho más y por supuesto el costo adicional es mayor, \$ 36.977 millones, casi un 80% respecto al proceso con quema. (Ver Cuadro 5)

Cuadro 5. Corte – sobrecosto por aumento de materia extraña y menor eficiencia del cortero.

	Tarifa Corte \$/Ton.	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Corte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada	2.814	15,669,453	824,71	46,415,982,384	—	
Sin quemar manual	4.690	15,962,432	1,814,358	83,375,684,591	79,63%	36,959,702,207
Sin quemar Mecánico	2.743	16,030,911	1,979,299	49,402,006,997	6,43%	2,986,024,613

Fuente: El autor

6.3 EFECTOS SOBRE EL ALCE

El mayor volumen de materia extraña hace más costosas las labores de alce y transporte ya que mover un volumen adicional estimado en casi un millón de toneladas, representa para la industria un sobrecosto, que en el mejor de los casos, significa pagar la misma suma por menos caña real y más materia extraña.

En efecto, si se estima un costo de alce de \$ 728/ton y se asume que la molienda no varía, aparentemente no se estaría pagando más al cambiar de proceso, \$ 12.002 millones en ambos casos. Sin embargo, lo que esto significa es que se está pagando por más basura en la caña sin quemar debido al aumento en el nivel de impurezas. (Ver Cuadro 6).

En los escenarios 2 y 3, donde el volumen ó biomasa es mayor, el costo del alce pasa de \$728/ton a 818/ton debido a que incorpora una pérdida de eficiencia de la máquina pues se encontró que la alzadora pasa de 70t/hora con caña quemada a 60t/hora en caña sin quemar. Esto implica que la máquina deberá emplear más tiempo en el alce y por consiguiente habrá un costo mayor en esta etapa. En estas

circunstancias, el sobrecosto por este concepto sería de \$ 2.293 y \$2535 millones en los escenarios 2 y 3 respectivamente. (Ver Cuadros 7 y 8).

Cuadro 6. Alce- Sobrecosto por materia extraña.

	Costo Alce \$/Ton	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Alce	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada		15,669,453	824,708	12,002,664,117	—	
Sin quemar manual	(1) 728	14,679,803	1,814,358	12,002,664,117	0,00%	0
Sin quemar Mecánico	(2) 0	14,514,862	1,979,299	48,410,527,477	-100,00%	-12.002.664.117

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. De toneladas molidas

(2) El costo del alce está incluido en la tarifa de operación de la cosechadora combinada que troza la caña

Fuente: El autor

Cuadro 7. Sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia.

	Costo Alce \$/Ton.	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Alce	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada (E)	(1) 728	15,669,453	824,708	12,002,664,117	—	
Sin quemar manual (3)	818	15,669,453	1,814,358	14,295,307,825	19,10%	2,292,643,708
Sin quemar Mecánico	(2) 0	15,669,453	1,979,299	0	-100,00%	-12.002.664.117

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. de toneladas molidas

(2) El costo del alce está incluido en la tarifa de operación de la cosechadora combinada que troza la caña

(3) La tarifa incorpora la reducción en la eficiencia de la alzadora (pasa de 100 a 89 ton/hora)

Fuente: El autor

Cuadro 8. Alce – sobrecosto por materia extraña y menor eficiencia

	Costo Alce \$/Ton.	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Alce	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada	(1) 728	15,669,453	824,708	12,002,664,117	—	
Sin quemar manual (3)	818	15,962,432	1,814,358	14,534,856,987	21,10%	2,532,192,870
Sin quemar Mecánico	(2) 0	16,030,911	1,979,299	0	-100,00%	-12.002.664.117

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. de toneladas molidas

(2) El costo del alce está incluido en la tarifa de operación de la cosechadora combinada que troza la caña

(3) La tarifa incorpora la reducción en la eficiencia de la alzadora (pasa de 100 a 89 ton/hora)

Fuente: El autor

6.4 EFECTO SOBRE EL TRANSPORTE

Para el transporte, donde se asume un costo promedio para la industria de \$ 2.648/ ton., cuando el peso movilizado no varía, al igual que en el caso anterior el sobrecosto estaría implícito al pagar la misma suma por mas materia extraña (escenario 1). En los escenarios 2 y 3, el sobrecosto en la etapa de transporte sería de \$ 2.620 y \$ 3.406 millones respectivamente. (Ver cuadros 9,10 y 11.)

Cuadro 9. Transporte-sobrecosto por materia extraña

	Costo Transporte \$/Ton. (1)	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Transporte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada (larga)	2,648	15,669,453	824,708	43,673,600,117	—	
Sin quemar manual (larga)	2,648	14,679,803	1,814,358	43,673,600,117	0,00%	0
Sin quemar Mec. (trozada)	(2) 2,006	14,514,862	1,979,299	33,086,060,695	-24,24%	-10.587.539.422

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. Fr toneladas molidas

(2) La tarifa incorpora la ganancia en capacidad de los vagones al llevar caña trozada.

Fuente: El Autor

Cuadro 10. Transporte-sobrecosto por materia extraña

	Costo Transporte \$/Ton. (1)	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Transporte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada (E) (larga)	2,648	15,669,453	824,708	43,673,600,117	—	
Sin quemar manual (larga)	2,648	15,669,453	1,814,358	46,294,016,124	6,00%	2,620,416,007
Sin quemar Mec. (trozada)	(2) 2,006	15,669,453	1,979,299	35,402,084,943	-18,94%	-8.271.515.174

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. Fr toneladas molidas

(2) La tarifa incorpora la ganancia en capacidad de los vagones al llevar caña trozada.

Fuente: El Autor

Cuadro 11. Transporte-sobrecosto por materia extraña.

	Costo Transporte \$/Ton. (1)	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Transporte	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada (larga)	2,648	15,669,453	824,708	43,673,600,117	—	
Sin quemar manual (larga)	2,648	15,962,432	1,814,358	47,069,773,660	7,78%	3,396,173,543
Sin quemar Mec. (trozada)	(2) 2,006	16,030,911	1,979,299	36,127,142,984	-17,28%	-7.546.457.133

(1) Tarifa promedio ponderada por el No. Fr toneladas molidas

(2) La tarifa incorpora la ganancia en capacidad de los vagones al llevar caña trozada.

Fuente: El Autor

6.5 EFECTOS SOBRE LA MATERIA PRIMA

En los contratos de compra de caña se contempla el pago en especie que consiste en una retribución en términos de azúcar por cada tonelada de caña que llega al ingenio (kg de azúcar/ton caña). De allí que al incrementarse el volumen de materia extraña la industria termine pagando un sobrecosto por este concepto.

Si se tiene en cuenta la participación de los proveedores que para el agregado de la industria es aproximadamente de 65%, de los cuales el 40% reciben un pago de 58 Kg/ton y las Cuentas de participación con 25 Kg/ton., y se asume una contribución similar a la de cuentas en participación para las tierras propias, se puede obtener el sobre costo en términos de azúcar para después valorar por un precio ponderado de las ventas internas y externas.

Los resultados muestran en el escenario 1, un costo total por este concepto de \$201.126 millones para caña quemada y sin quemar con un incremento de casi 1 millón de toneladas de materia extraña en el segundo caso. (Ver Cuadro 12)

Cuadro 12. Pago materia prima-sobre costo por Materia Extraña

A. CAÑA QUEMADA	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Materia Prima Caña Quemada
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	6,267,781	329,883	122,149,780,919
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,917,363	206,177	32,906,729,7
Propias	35%	25	319	5,484,309	288,648	46,069,421,683
TOTAL	100%			15,669,453	824,708	201,125,932,375

B. SIN QUEMAR MANUAL

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Materia Prima sin quemar manual
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	5,871,921	725,743	122,149,780,919
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,669,951	453,589	32,906,729,773
Propias	35%	25	319	5,137,931	635,025	46,069,421,683
TOTAL	100%			14,679,803	1,814,358	201,125,932,375

B. SIN QUEMAR MECÁNICO

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Materia Prima sin quemar mecánico
Proveedores	65%					
_Independientes	40%	58	319	5,805,945	791,720	122,149,780,919
_Cuentas Participc.	25%	25	319	3,628,715	494,825	32,906,729,773
Propias	35%	25	319	5,080,202	692,755	46,069,421,683
TOTAL	100%			14,514,862	1,979,299	201,125,932,375

Fuente: El Autor

En los escenarios 2 y 3, se da un sobrecosto por materia extraña carente de sacarosa de \$ 12.067 y \$ 15.640 millones respectivamente al pasar de caña quemada a caña sin quemar. (Ver Cuadros 13 y 14).

Cuadro 13. Pago materia prima-sobrecosto por materia extraña

A. CAÑA QUEMADA

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Materia Prima Caña Quemada
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	6,267,781	329,883	122,149,780,919
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,917,363	206,177	32,906,729,773
Propias	35%	25	319	5,484,309	288,648	46,069,421,683
TOTAL	100%			15,669,453	824,708	201,125,932,375

B. SIN QUEMAR MANUAL

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons.	Materia Extraña Tons.	Costo Total Materia Prima sin quemar manual
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	6,267,781	725,743	129,478,767,774
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,917,363	453,589	34,881,133,560
Propias	35%	25	319	5,484,309	635,025	48,833,586,984
TOTAL	100%			15,669,453	1,814,358	213,193,488,318

B. SIN QUEMAR MECÁNICO

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Materia Prima sin quemar mecánico
Proveedores	65%					
_ Independientes	40%	58	319	6,267,781	791,720	130,700,265,583
_ Cuentas Participc.	25%	25	319	3,917,363	494,825	35,210,200,858
Propias	35%	25	319	5,484,309	692,755	49,294,281,201
TOTAL	100%			15,669,453	1,979,299	215,204,747,642

Fuente: El Autor

Cuadro 14. Pago materia prima-sobrecosto por materia extraña

A. CAÑA QUEMADA

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Materia Prima Caña Quemada
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	6,267,781	329,883	122,149,780,919
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,917,363	206,177	32,906,729,773
Propias	35%	25	319	5,484,309	288,648	46,069,421,683
TOTAL	100%			15,669,453	824,708	201,125,932,375

B. SIN QUEMAR MANUAL

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Materia Prima sin quemar manual
Proveedores	65%					
* Independientes	40%	58	319	6,384,973	725,743	131,648,467,839
* Cuentas Participc.	25%	25	319	3,990,608	453,589	35,465,643,276
Propias	35%	25	319	5,586,851	635,025	49,651,900,586
TOTAL	100%			15,962,432	1,814,358	216,766,011,701

B. SIN QUEMAR MECÁNICO

	Participación	Pago en Especie Kg/Ton	Precio Kilo Azúcar	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Materia Prima sin quemar mecánico
Proveedores	65%					
__ Independientes	40%	58	319	6,412,364	791,720	133,377,093,194
__ Cuentas Participc.	25%	25	319	4,007,728	494,825	35,931,328,986
Propias	35%	25	319	5,610,819	692,755	50,303,860,580
TOTAL	100%			16,030,911	1,979,299	219,612,282,760

Fuente: El Autor

6.6 EFECTOS SOBRE LA MOLIENDA

Dado que deberá molerse como caña un material que no produce azúcar y reduce la eficiencia de la extracción, esta etapa también conlleva un sobre costo pues implica que se molería sin producir azúcar durante un tiempo determinado para evacuar una materia extraña improductiva con un costo de molienda de \$ 1.828/tonelada, se tiene que para el escenario 1 el costo de molienda permanece en \$ 30.149 millones, pero en los escenarios 2 y 3 aumenta \$1.808 y \$2.351 millones respectivamente. Cuadros 15,16 y 17.

Cuadro 15. Molienda, sobre costo por materia extraña.

	Costo Molienda \$/Ton * 1	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Molienda	Variación %	Sobre costo \$
Quemada	1,828	15,669,453	824,71	30,149,766,113		
Sin quemar manual	1,828	14,679,803	1,814,358	30,149,766,113	0,00%	0
Sin quemar mecánico	1,828	14,514,862	1,979,299	30,149,766,113	0,00%	0

*1 La tarifa es un promedio ponderado de los datos de cinco ingenios que resultaban comparables.

Fuente: El Autor

Cuadro 16. Molienda. Sobre costo por Materia Extraña.

	Costo Molienda \$/Ton * 1	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Molienda	Variación %	Sobre costo \$
Quemada	1,828	15,669,453	824,71	30,149,766,113		
Sin quemar manual	1,828	15,669,453	1,814,358	31,958,752,080	6,00%	1,808,985,967
Sin quemar mecánico	1,828	15,669,453	1,979,299	32,260,249,741	0,94%	2,110,483,928

*1 La tarifa es un promedio ponderado de los datos de cinco ingenios que resultaban comparables.

Fuente: El Autor.

Cuadro 17. Molienda-Sobrecosto por materia extraña.

	Costo Molienda \$/Ton * 1	Caña Tons	Materia Extraña Tons	Costo Total Molienda	Variación %	Sobrecosto \$
Quemada	1,828	15,669,453	824,708	30,149,766,113		
Sin quemar manual	1,828	15,962,432	1,814,358	31,958,752,080	7,78%	2,344,524,786
Sin quemar mecánico	1,828	16,030,911	1,979,299	32,260,249,741	1,31%	2,771,194,812

*1 La tarifa es un promedio ponderado de los datos de cinco ingenios que resultaban comparables.

Fuente: El Autor.

6.7 EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN LA FÁBRICA

Consecuentemente con lo expuesto hasta ahora, la presencia de materia extraña encarece el proceso de extracción, al molerse algo que no produce azúcar e introducirse en el proceso de elaboración materias extrañas cuya eliminación reduce la eficiencia de la extracción y afecta el procesamiento integro. Esta situación que aún con caña quemada esta presente se agrava con caña sin quemar.

Este costo para la industria puede cuantificarse suponiendo que al no existir una medida que relacione la quema con el rendimiento, este es un efecto indirecto que surge como consecuencia del aumento en materia extraña, para lo cual si existe información.

En efecto, en un trabajo de CENICAÑA realizado en el Ingenio Risaralda⁷ se obtuvo con datos de 8 años, la siguiente relación entre rendimiento y porcentaje de impurezas.

⁷ Fuente Asocaña Moreno, Carlos A.; Análisis del comportamiento de la materia extraña en el Ingenio Risaralda, 1984-2002, Cenicaña , 2002

RTO= 12.44- 0.133 (% impurezas)

R2=0.88 N=823

Utilizando este resultado para 2002 se tiene que si se hubiera dejado de quemar la totalidad de la caña que se cosechó en el año, el rendimiento promedio de la industria se habría disminuido en 0.8 puntos porcentuales, es decir, el rendimiento se hubiera reducido de 11.06, que fue efectivamente, a 10.26. En consecuencia, si con 16.494.161 toneladas molidas en 2002 y un rendimiento de 11.06% se obtuvieron 1.824.254 toneladas de azúcar, la caída en el rendimiento junto con un nivel constante de molienda arroja una producción mayor de azúcar equivalente a 131.632 toneladas, que a precio de 2002, le habrían significado a la industria menores ventas por \$ 42.015 millones. Ver Cuadro 18.

Cuadro 18. Rendimiento Fábrica-Menores ingresos por menor eficiencia.

	Molienda	Rendimiento en Fábrica	Producción Azúcar Toneladas	Costo Kilo Azúcar	Producción Azúcar \$	Menor Venta Azúcar
Quemada	16,494,161	11,06	1,824,254	319	582,317,490,071	—
Sin quemar manual	16,494,161	10,26	1,692,631	319	540,302,177,496	- 42,015,312,575
Sin quemar mecánico	16,494,161	10,13	1,670,694	319	533,299,625,401	- 49,017,864,671

Fuente: El Autor

En el escenario 2, la situación es menos grave por cuanto el nivel de molienda aumenta debido a que la caña real molida no disminuye con el incremento en el nivel de materia, pero aun así, las mayores ventas le significarían a la industria una pérdida de \$ 9.597 millones. Cuadro 19.

Cuadro 19. Rendimiento fabrica-Menores ingresos por menor eficiencia de extracción.

	Molienda	Rendimiento en Fábrica	Producción Azúcar Toneladas	Costo Kilo Azúcar	Producción Azúcar \$	Menor Venta Azúcar
Quemada	16,494,161	11,06	1,824,254	319	582,317,490,071	—
Verde Manual	17,483,811	10,26	1,794,189	319	572,720,308,146	-9,597,181,925
Verde Mecánico	17,648,752	10,13	1,787,642	319	570,630,599,179	11,686,890,898

Fuente: El Autor

En el escenario 3, la molienda debe permanecer en un nivel que permite mantener las ventas de azúcar y por supuesto en este caso los ingresos no disminuyen. Cuadro 20.

Cuadro 20. Menores ingresos por menor eficiencia extracción.

	Molienda	Rendimiento en Fábrica	Producción Azúcar Toneladas	Costo Kilo Azúcar	Producción Azúcar \$	Menor Venta Azúcar
Quemada	16,494,161	11,06	1,824,254	319	582,317,490,071	—
Verde Manual	17,776,790	10,26	1,824,254	319	582,317,490,071	0
Verde Mecánico	18,010,210	10,13	1,824,254	319	582,317,490,071	0

Fuente: El Autor

6.8 EFECTOS EN EL CAMPO

Además de los efectos sobre corte y fábrica, el no quemar ni la caña en pie, ni sus residuos tiene serias repercusiones en el campo. Según observaciones de

CENICAÑA, en el valle geográfico del río Cauca en una hectárea de caña se producen en promedio 162 a 182 toneladas de biomasa, de las cuales 122 son tallos molinables, es decir, materia prima para producción de azúcar, y 40 a 60 toneladas de hojas y cogollos. Después de la cosecha sin quemar, una porción de este material y algunos pedazos de caña quedarían en el campo afectando el desarrollo de las plantaciones.

Como la caña es un cultivo perenne, es decir, su raíz puede germinar otra vez después del corte, se considera que al quedar tapada la cepa por los residuos, se afecta su germinación y se puede crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades. Convencionalmente se hace el retiro de este material (labor de despaje) con un tractor que impulsa un instrumento cepillador de cepas, o matas de caña. Al no quemar, esta labor tendría que hacerse manualmente, lo cual es costoso e ineficiente. La alternativa mas viable a nivel comercial parece ser el aporque combinado con el picado de residuos, pero no se ha desarrollado aun una maquina efectiva para este propósito.

Según CENICAÑA los costos del despeje se multiplican por cuatro⁸. Teniendo en cuenta que las hectáreas cosechadas en 2002 fueron 123.56, el sobrecosto para la industria por este concepto seria de \$ 5.518 millones. Cuadro 20.

Cuadro 21. Manejo de residuos-costo despaje.

	Hectáreas Cosechada	Costo por Hectárea	Valor Total	Variación
Encalle Mec. y Requema	123,561	14.885	1,839,239,905	—
Encalle Manual	123,561	^{*1} 59541	7,356,959,618	5,517,719,714

*1 Con base en algunos ensayos experimentales de CENICAÑA el costo tiene una relación de uno a cuatro cuando la labor se hace manualmente

Fuente: El Autor

⁸ Superintendencia de Campo. Experimento Manejo Caña Verde, Ingenio Manuelita, suerte 75^a de Rosario, 1992.

6.9 EFECTOS SOCIALES LAS QUEMAS FACILITAN EL TRABAJO DE LOS CORTEROS LOS CUALES SON LA FUERZA LABORAL MÁS IMPORTANTE DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

Este punto de vista de la Salud Ocupacional el manejar la caña quemada esta asociado a la disminución de la accidentalidad e igualmente es una fuente de generación de empleo ya que según datos de Asocaña los corteros empleados en los diferentes ingenios se calculan alrededor de 9.000 a 10.000 personas, los cuales tienen un promedio de cinco personas por familia.

7. EFECTOS DIRECTOS DE LA INDUSTRIA DE LA CAÑA EN LAS ECONOMÍAS TERRITORIALES

7.1 EL CONGLOMERADO ACTUAL

El complejo productivo azucarero está conformado por cerca de 1. 200 proveedores de caña de azúcar, sembrada en 200 000 hectáreas; 13 ingenios,⁹ más de 40 empresas procesadoras de alimentos, bebidas y licores; dos co-generadores de energía eléctrica; un productor de papel; tres industrias sucroquímicas; más de 50 grandes proveedores especializados; 88 empresas asociativas de trabajo y una cooperativa de trabajadores. Al cluster también pertenecen los organismos de apoyo propios del sector azucarero así como una amplia red de instituciones públicas y privadas que le brindan soporte. Los eslabones básicos del encadenamiento, son los siguientes:

- ◆ El primer nivel, incluye a los proveedores de insumos agrícolas, maquinaria y equipos; 600 técnicos asesores agrícolas; los centros de investigación de los ingenios; los proveedores de combustibles y la energía; las actividades de administración de los cultivos.
- ◆ El segundo nivel del cluster está conformado por los cultivadores de caña.
- ◆ El siguiente eslabón lo constituyen los proveedores de insumos necesarios para la producción de azúcar, diferentes a la caña, entre otros: maquinaria y equipos, insumos, servicios profesionales, etc.

⁹ Los ingenios son: La Cabaña, Carmelita, Castilla, Cauca, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichincha, Providencia, Río Paila, Risaralda, San Carlos y Tumaco.

- ◆ El cuarto nivel está representado por las labores de cosecha que conllevan el corte, alce y transporte de la caña, las cuales involucran la utilización de mano de obra, maquinaria y equipo pesado.
- ◆ El siguiente eslabón está constituido por la producción de azúcar y la generación de los subproductos naturales: bagazo, mieles y cachaza, principalmente.
- ◆ En su encadenamiento hacia adelante, también pertenecen al *cluster* las industrias que utilizan los productos y subproductos, para la generación de productos de valor agregado y,
- ◆ Finalmente, los canales de distribución nacional e internacional, mayoristas y minoristas.

Los procesos de incorporación de valor agregado más importantes, son los siguientes:

La **industria sucroquímica**, utiliza la melaza como principal materia prima y está conformada por un grupo de empresas que producen alcohol, licores, ácido cítrico, levaduras, gas carbónico, acetatos, carbonato de calcio y fertilizantes agrícolas. El valor de las exportaciones de estos productos a la Comunidad Andina de Naciones, América Central y el Caribe, alcanzó el año 2000 a 30 millones de dólares.

La **confitería y chocolatería**, en las que el azúcar representa en algunos casos el 80% de los insumos, está constituida por un grupo de más de 50 compañías; en el año 2000 el valor de las ventas de las principales empresas alcanzó la suma de 256 millones de dólares y las exportaciones 58 millones de dólares, atendiendo clientes en más de 30 países.

La **producción de papel** a través de la empresa Productora de Papeles (Propal), que es una de las cinco productoras más grandes del mundo que utilizan fibra de caña de azúcar (bagazo) como materia prima, alcanzó ventas en el año 2000 por 180.5 millones de dólares y exportaciones por valor de 26.2 millones de dólares.

La producción de papel y cartones es la base del cluster de artes gráficas, el cual está conformado por más de 40 compañías, las cuales tienen el más alto grado de especialización productiva entre los países andinos. A la cabeza del cluster de artes gráficas se encuentra el grupo empresarial Carvajal S.A., uno de los más internacionalizados de Colombia, con plantas de producción propias y actividades comerciales en más de 18 países, especialmente de América Latina. Su sede principal es Cali, la capital del Valle del Cauca.

Otras actividades asociadas al bagazo son su utilización para la producción de **tableros aglomerados** para la fabricación de muebles y la **producción de energía**. A esta actividad se dedica la mayor cantidad del bagazo (80%), con el cual los ingenios se autoabastecen de energía y algunos cogeneran para otros usos. El sector genera más de 80 MW al año de los cuales comercializa 15 MW.

Finalmente, las empresas que utilizan cachaza y mieles en la **producción de abonos y concentrados para animales**, sustentan las industrias acuícola, porcícola y avícola que producen carne y huevos. El mapa del *cluster* del azúcar se muestra en el gráfico 1.

De la producción total de azúcar, el 43% se destina al mercado de exportación y el restante 57% al mercado nacional; de este porcentaje, el 53% corresponde al consumo humano directo y el otro 47% se utiliza como materia prima en los procesos de incorporación de valor agregado.

Las condiciones naturales del Valle del Cauca, localizado en el suroccidente de

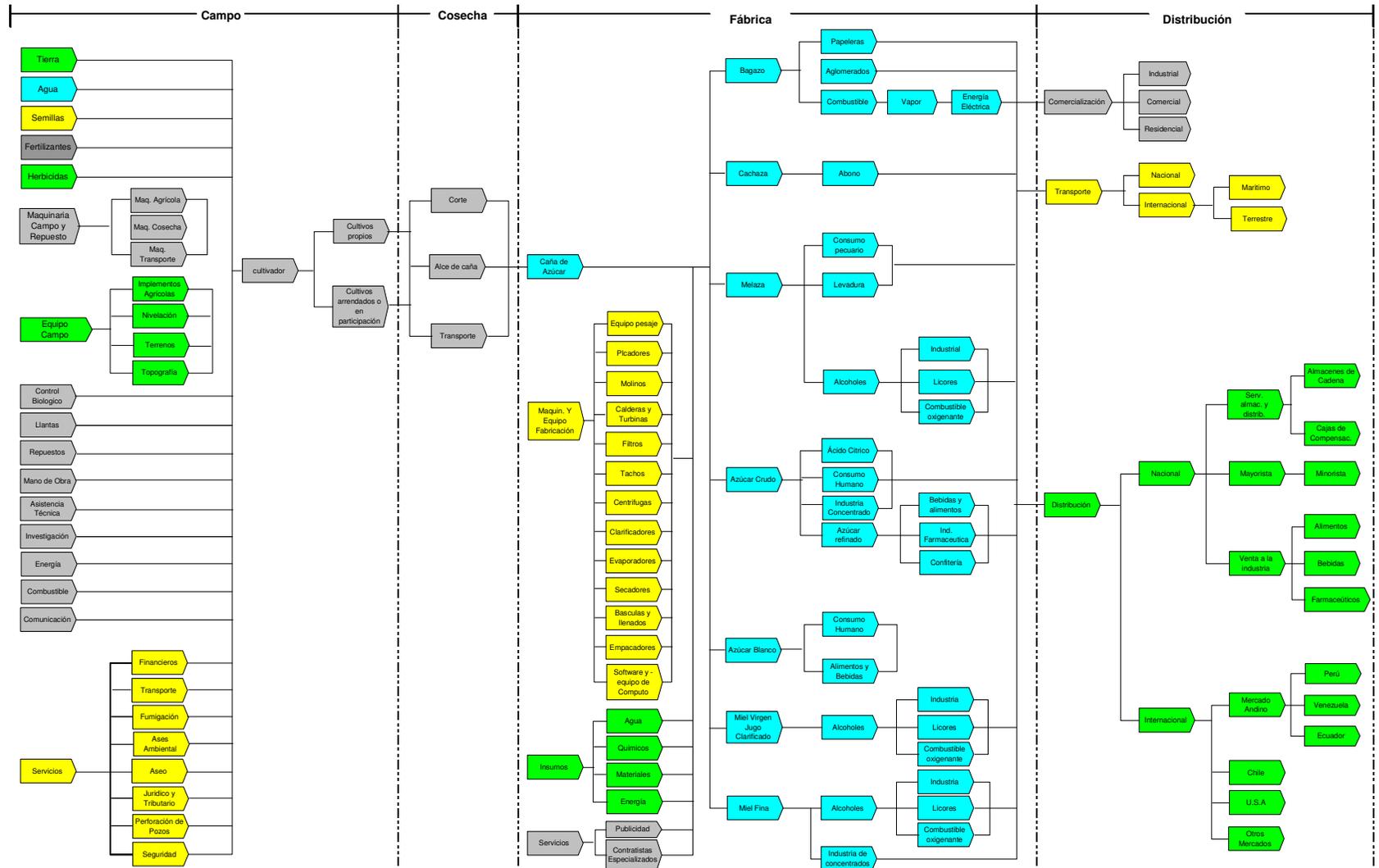
Colombia, para el cultivo de la caña, constituyen una ventaja comparativa excepcional y determinante del desarrollo del conglomerado. El valle geográfico del río Cauca se encuentra a 1.000 metros en promedio sobre el nivel del mar; tiene una extensión de 429 000 hectáreas planas; su temperatura promedio es de 25 grados centígrados con oscilaciones de 12 grados entre el día y la noche; el brillo solar es superior a las seis horas diarias, con humedad relativa de 75.6%, y precipitaciones promedio /año de 1. 000 mililitros. El Valle del Cauca, algunas áreas de Hawai, Perú y las Islas Mauricio, son las únicas cuatro zonas en el mundo donde se puede cultivar caña durante todo el año: no existe zafra.

El conglomerado básico, conformado por los cultivos de caña, los ingenios y las empresas de valor agregado, representó en el año 2000 el 1.36% del PIB nacional total, equivalente a 1.138 millones de dólares; el 6 % del PIB industrial y el 2.9% del PIB agrícola nacionales. En la región, contribuye con cerca del 10 % del PIB regional y el 41.6% del PIB agrícola.¹⁰

El complejo productivo abastece la totalidad del mercado interno del azúcar y ha venido exportando una proporción creciente de su producción. Los principales mercados de destino son la Comunidad Andina de Naciones (27.8%); Sri Lanka (24.1%); Chile (20.8%) y el Caribe con 13.9%. En el año 2000, las exportaciones de azúcar y mieles alcanzaron la suma de 194 millones de dólares, mientras que las exportaciones de papel, confitería y sucroquímicos fueron de 124 millones de dólares.

¹⁰ Datos calculados con el PIB a precios constantes de 1994. Según estadísticas de Fedesarrollo.

Grafica 3. Mapa del cluster del Azúcar



El azúcar es un commodity en el mercado mundial: 160 países son productores de azúcar, aunque no todos generan excedentes para la exportación. El 70% de la producción mundial la consumen los propios países productores; el 4% se negocia mediante acuerdos bilaterales y el 26% restante se negocia en el llamado mercado mundial, el cual se encuentra distorsionado por subsidios, protecciones y cuotas.

El precio del azúcar en el mercado mundial es muy sensible y volátil; el crecimiento de los productos sustitutos (edulcorantes), el menor consumo humano y la sobreproducción mundial, afectan la estabilidad los precios.

La participación de Colombia en el mercado mundial es del 1.7%. lo cual sugiere una baja capacidad de negociación en la cadena de valor global del producto. El cuadro 22 ilustra el balance azucarero mundial en 1999 y el cuadro 23 la evolución de la producción, las exportaciones y el consumo nacional para los años 1999 y 2000.

Cuadro 22. Balance azucarero mundial (Miles de toneladas métricas valor crudo)

Año	Producción	Consumo	Exportación	Importación	Exportación neta	Existencia fin de año	Consumo per.-capita
1999	136.25	126.221	39.430	38.099	34.011	84.939	34.011

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA).

Cuadro 23. Balance azucarero colombiano (Toneladas métricas valor crudo)

AÑO	Producción	Ventas blancos	Ventas crudo	Ventas crudo-concentrados	Venta mieles	Exportaciones conjugadas	Exportaciones totales	Importaciones totales	Existencias
1999	2325134	1213547	49157	42635	30815	80538	885494	11242	98145
2000	2391324	1448495	52641	31836	12824	103024	1045349	12513	6015

Fuente: Asocaña.

Debido a las distorsiones ocasionadas por los subsidios y las protecciones que los países industrializados otorgan a sus productores de azúcar, el mercado no refleja los costos reales de producción. Por ello, los países productores cuentan con políticas que defienden su agroindustria de dichas distorsiones y les permita competir.

En ningún país del mundo sea productor o importador de azúcar, el precio de venta al consumidor interno, se cotiza de acuerdo a los precios del mercado mundial. En el afán por proteger su industria, los países establecen aranceles que en algunos casos alcanzan más del 300% del precio CIF del azúcar, como es el caso de la Unión Europea y Japón.

En materia de empleo, sólo la industria azucarera registró en el 2000, 28 018 empleos directos incluyendo empleados de los ingenios, contratistas, cultivadores y personal de todas las entidades vinculadas; 12 000 empleos directos menos que en 1980.

Se estima que el conjunto de unidades productivas vinculadas al cluster, generan cerca de 200 000 empleos. El complejo azucarero ha contribuido al desarrollo de una red urbano- rural constituida por varias ciudades intermedias y pequeños poblados.

El salario promedio de los trabajadores en la industria es casi el doble del salario mínimo legalmente establecido; la estabilidad es de 15 años de antigüedad en promedio; más del 80% cuenta con vivienda propia, muchas de ellas ubicadas dentro de algunos ingenios; disponen de auxilios para estudios; crédito para vivienda y calamidades; servicio médico y odontológico incluso para la familia del trabajador; sostenimiento de escuelas y becas educativas; programas de capacitación para familiares; auxilio para medicinas; más de 100 escenarios deportivos y frecuentes torneos entre los ingenios; seis teatros y grupos de

danzas, música, teatro infantil; club de empleados; cooperativas de trabajadores para ahorro y crédito; convenciones colectivas con los sindicatos; planes de salud ocupacional, seguridad industrial y programas de desarrollo del recurso humano; transporte gratuito extensivo a los estudiantes: en suma, el nivel y calidad de vida del trabajador y su familia es significativamente mayor que el promedio nacional.

La productividad en términos de toneladas de caña y toneladas de azúcar por hectárea se cuantifican en el cuadro 24. La riqueza de los recursos naturales, las mejores prácticas de cultivo y el desarrollo de nuevas variedades en función de microclimas ha permitido incrementar el contenido de sacarosa, la reducción en la edad de corte y alcanzar la productividad física más alta del mundo.¹⁰

Cuadro 24. Producción y productividad de caña y azúcar, 1960-1999

Variables	1960	1969	1979	1989	1997	1999
Número de ingenios	19	21	16	13	13	13
Área sembrada (hectáreas)	61600	91.750	123070	154400	187340	188362
Tonelada de caña por hectárea (TCH)	88.26	104.30	122.85	122.05	106.92	117.05
Tonelada de Azúcar caña por hectárea (TAH)	5.33	7.72	8.99	10.89	11.91	12.11
Rendimiento % (TA/TC)	10.50	10.70	11.00	10.50	12.00	12.11
Edad de corte (meses)	18.7	18.3	18.2	14.6	11.7	13.32

Fuente: ASOPANELA 1999. Los autores modificaron el número de ingenios de los años 1997 y 1999 pues en el cuadro original figuraban 12 y 11 respectivamente

¹⁰ LMC Internacional, 1997.

El azúcar es un gran beneficiario del tlc, dice Uribe.

Cali, 30 mar. (SNE).- La industria azucarera será una gran beneficiaria del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre Colombia y Estados Unidos, aseguró este jueves en la ciudad de Cali el presidente de la República, Álvaro Uribe Vélez.

Al explicar los resultados de la negociación en ese sector durante el conversatorio sobre el TLC enfocado al Valle del Cauca, que se llevó a cabo en Cali, el Jefe de Estado llamó la atención sobre algunos logros importantes, como el incremento en la cuota exportadora del producto a Estados Unidos.

“Yo creo que el azúcar es un gran beneficiario en su conjunto. Hoy exporta 25 mil toneladas a Estados Unidos, va a exportar 75 mil. Se tiene una tasa de crecimiento en esa cuota exportadora del uno y medio (por ciento) al año” reveló el Mandatario.

Adicional a esto, destacó las nuevas posibilidades que se le abren a la industria azucarera, mediante la comercialización de biocombustibles, como la gasolina oxigenada con alcohol carburante elaborado a partir de la caña de azúcar.

“En el Tratado queda totalmente libre, sin arancel, sin limitación de cantidad, el ingreso de cualquier combustible biológico de Colombia a Estados Unidos” señaló el Jefe de Estado.

Recordó que uno de los propósitos del Gobierno Nacional es crear zonas francas exclusivas para el comercio de biocombustibles.

“Nos proponemos dar unas zonas francas, para que aquellos productores de alcohol carburante o de biodiesel, que quieran exportar, puedan producir con los beneficios tributarios de las zonas francas”, precisó.

Explicó que Colombia todavía no exporta biocombustibles, porque aún no hay manera de suplir la necesidad nacional, pero que el objetivo es llegar a ese punto

dentro de unos años, tal como lo plantea la visión de largo plazo del país.

“Que este país en 20 años haya superado totalmente la dependencia del petróleo. Que para las necesidades internas, en 20 años, nos proveamos con combustibles alternativos, y que si todavía se usa petróleo, lo que tengamos lo exportemos” explicó Uribe Vélez.

Reveló que en la actualidad entre el Cauca, el Valle del Cauca y Risaralda se está produciendo un millón 50 mil litros diarios de etanol, lo cual ha permitido transformar cerca de 40 mil hectáreas de caña que estaban dedicadas a la producción de azúcar.

Importancia económica y social. De acuerdo con Asocaña, el sector pasó de representar el 7% del PIB del Valle del Cauca en 1990, a 6,3% en el 2002. En Colombia, el sector representó cerca del 1% del PIB total en 2002, luego de haber participado con el 0.5% en 1990. En el sector industrial del Valle del Cauca, la participación de los ingenios en el PIB cayó a 12,2% en 2002, después de duplicarla en los últimos diez años, pasando de significar el 10% en 1990 al 20% en 1999. Lo mismo sucedió a nivel nacional, cuando la participación del PIB de la industria azucarera en el total industrial nacional pasó al 3% en 2002 después de haberse incrementado al 6% en 1999. En el PIB agrícola departamental, la participación en el PIB generado por la caña de azúcar pasó del 20% en 1990 al 47,2% en 2002.

En cuanto al empleo, según Asocaña, los ingenios azucareros, en conjunto con los cultivadores de caña, generaron en el año 2004 más de 36.000 empleos directos, distribuidos entre profesionales, tecnólogos, técnicos auxiliares, operarios calificados y corteros de caña. De esta cantidad, el 31% pertenece a la nómina directa de los ingenios; el 33% es contratado a través de cien Cooperativas de Trabajo Asociado; el 23% es contratado por los cultivadores de caña para atender labores de campo; el 11% corresponde a contratistas independientes que realizan

trabajos de distinta índole; y el 2% restante a trabajadores con contrato sindical empleados por sindicatos adscritos a las confederaciones colombianas de trabajadores. A partir de estos 36,000 empleos se crean adicionalmente unos 216,000 empleos indirectos, en actividades que realizan proveedores de bienes y servicios, clientes de los ingenios y otras empresas que interactúan con los mismos en diferentes subsectores (transporte, financiero, comercial, logística, alimentos, licores, sucroquímica, papel, artes gráficas, energía, agroquímicos, investigación, gremios, combustibles, etc.).

Según cifras del Ministerio de Agricultura, en 2003 el cultivo de caña de azúcar ocupó el 8,1% del área cosechada de cultivos permanentes y el 4,5% del área total en cultivo en Colombia. Superficie por debajo de la caña panelera que ocupa el 11,7% del área cosechada de cultivos permanentes y el 6,5% del área cosechada nacional. Por su parte, la producción de caña de azúcar representó el 14,3% del valor de la producción de cultivos permanentes y el 9% del valor de la producción agrícola.

El azúcar producido en Colombia proviene exclusivamente de la caña de azúcar y su cultivo está concentrado fundamentalmente en el valle geográfico del río Cauca, región que, al igual que Perú y Hawai, por sus condiciones agro-climáticas permite cosecha y molienda de caña de azúcar durante todo el año. Lo cual le ha permitido especializarse en este cultivo. De tal forma que en 2003 la productividad obtenida fue de 125.6 Tm./Ha. y de 12.8 Tm. de azúcar por tonelada de caña.

8. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA

8.1 CÁLCULO DE LA MATERIA EXTRAÑA

De la encuesta se obtuvo un porcentaje promedio ponderado de materia extraña para caña quemada y sin quemar, que fueron 5% y 11% respectivamente.

Para los casos de Providencia y San Carlos donde se corta caña sin quemar a nivel experimental exigiéndole al cortero la limpieza de la caña. La materia extraña apenas llega al 2.5%. Este resultado se promedia con el dato del ingenio para caña sin quemar y sin limpieza. Sin embargo, hay que señalar que la limpieza de la caña tiene incidencia en la eficiencia del cortero que solo alcanza 2 t/día en tales condiciones.

El nivel de materia extraña en el corte mecanizado se obtuvo de un promedio simple de los resultados de los experimentos con maquinas combinadas efectuados por CENICAÑA. En este caso el porcentaje de basura es del 12%.

Con estos resultados se efectúan los cálculos respectivos de caña y materia extraña en los tres escenarios:

Escenario No.1: el nivel de molienda permanece Constante. Se toma el dato de las toneladas molidas en 2002 (16.494.161), se obtiene la materia extraña para caña quemada 5% y sin quemar (11% y 12% para cosecha manual y mecánica respectivamente) y los resultados se deducen del total para obtener la caña real molida en las tres alternativas.

	Caña Real Tons	Materia Extraña Tons.	Molienda Tons.	Diferencia absoluta Tons.
CAÑA QUEMADA (M.E.:5%)	15.669.453	824.708	16.494.161	
Sin Quemar Manual (M.E.:11%)	14.678.803	1.814.358	16.494.161	0
Sin Quemar Mecánico (M.E.:12%)	14.514.862	1.979.299	16.494.161	0

Fuente: El Autor

Escenario No.2: el nivel de molienda aumenta en igual magnitud que la materia extraña la caña real molida permanece constante, se toman las toneladas reales de caña con quema (15.669.453) y a este dato se le suman las toneladas de materia extraña bajo las tres alternativas para obtener la molienda total en cada caso.

	Caña Real Tons	Materia Extraña Tons.	Molienda Tons.	Materia Extraña Adicional
CAÑA QUEMADA (M.E.:5%)	15.669.453	824.708	16.494.161	
Sin Quemar Manual (M.E.:11%)	15.669.453	1.814.358	17.483.811	989.650
Sin Quemar Mecánico (M.E.:12%)	15.669.453	1.979.299	17.648.752	1.154.591

Fuente: El Autor

Escenario No.3: se mantiene constante la producción de azúcar aumenta la materia extraña y la caña real molida, se obtiene el rendimiento de Azúcar/Tonelada de Caña para caña quemada, según información de auditoría fue de 11.06 en 2002, que con una molienda de 16.494.161 toneladas arrojan una producción de azúcar de 1.824.254 toneladas.

	Caña Real Tons	Materia Extraña Tons.	Molienda Tons.	Variación molienda
CAÑA QUEMADA (M.E.:5%)	15.669.453	824.708	16.494.161	
Sin Quemar Manual (M.E.:11%)	15.962.432	1.814.358	17.776.790	1.282.629
Sin Quemar Mecánico (M.E.:12%)	16.030.911	1.979.299	18.010.210	1.516.049

Fuente: El Autor

Para obtener el rendimiento con los mayores niveles de materia extraña de la caña sin quemar se utiliza un modelo económico que relaciona rendimiento y materia extraña¹. Los resultados fueron 10.26% y 10.13% con cosecha manual y mecánica respectivamente.

Con un nivel de producción de azúcar constante y conocido el rendimiento, se despeja la incógnita de cuanto se debería moler en tales condiciones

Sin quemar Manual $X * 10,26 = 1,824,254$ $X = 17,776,790$

Sin quemar Mecánica..... $X * 10,13 = 1,824.254$ $X = 18,010,210$

¹ Moreno, Carlos. Analista del Comportamiento de la materia extraña.
CENICAÑA, 1991

8.2 CÁLCULO DE SOBRECOSTOS POR MATERIA EXTRAÑA ADICIONAL Y MENOR EFICIENCIA

Corte. Se obtienen las tarifas promedio ponderadas para corte manual de caña quemada y sin quemar. Y la tarifa por tonelada del corte mecánico. Con estas

tarifas se valoran las toneladas molidas para obtener el costo total del corte en cada alternativa.

- Las Tarifas de Corte Manual Para Caña quemada y sin quemar. Se obtienen de la encuesta de acuerdo con lo que se pacta en las convenciones colectivas. Estas involucran jornal, prestaciones, dotación y transporte con el propósito de obtener un costo real de la mano de obra. La tarifa promedio utilizada en el cálculo se pondero por las toneladas molidas por cada ingenio y por el numero de obreros de cada modalidad de contratación (propios y contratistas). Los resultados fueron \$ 2.814 /Ton para caña sin quemar.

La tarifa de caña sin quemar, no obstante, corresponde a una tarifa negociada para casos marginales y de excepción. Dado que el aumento de la tarifa debería reflejar el costo de la menor eficiencia del cortero al pasar de un proceso al otro, se obtuvo de la encuesta un rendimiento promedio ponderado por las toneladas molidas y los obreros en cada modalidad de contrato, lo cual arrojó un resultado de 5 Ton/día con caña quemada y 3 Ton/día con caña sin quemar. Con estas cifras se estimó una tarifa para caña sin quemar que debe reflejar de mejor forma lo que sería el corte de caña sin quemar llevado a cabo en forma generalizada

Ton/día	Tarifa
5	2814
3	X = \$ 4690 /Ton

Con las cifras de eficiencia del corte también se obtuvo el número de corteros adicionales necesario para no tener que disminuir en ningún caso el nivel de molienda. De hecho, al disminuir la productividad el número de corteros debe aumentar (relación inversa)

Tons/día	No. Corteros
5	12838
3	X = 21397 Corteros adicionales = 8559

Los corteros adicionales requeridos no deben valorarse por los respectivos jornales pues se estaría contabilizando doblemente el costo de la mano de obra requerida y la inversión inicial de la maquina.

Para obtener la tarifa por tonelada del corte mecánico se tomaron los datos de Manuelita para un equipo de 4 máquinas cosechadoras (CAMECO AUSTOF) durante el mes de octubre de 2002. Estas cifras incluyen el corte de caña verde y caña quemada

• Jornales	\$ 6.247.000
• Prestaciones	\$ 2.747.000
• Mano de Obra reparación.	\$ 2.944.000
• Materiales Reparación	\$ 6.296.000
• Materiales operación	\$ 7.742.000
• Depreciación	\$ 12.596.000
• Costo total	\$ 38.572.000
• Horas trabajadas	879
• Costo/ HM	\$ 43.879/HM
• Toneladas Cosechadas	18079
• Costo/ Tonelada	\$ 2131/Ton (Resultado Mixto)
• Eficiencia con caña verde	16 Ton/Hora
• Costo/ Tonelada (43879/16)	\$ 2742/ton
• Eficiencia con caña quemada	25 Ton/Hora
• Costo/Tonelada (43879/25)	\$ 1755/Ton

Alce. De la encuesta se obtuvo una tarifa promedio ponderada del costo del alce/tonelada con lo cual se valoran las toneladas alzadas en cada caso.

En este rubro se detecto una perdida en eficiencia de las alzadoras al pasar de caña quemada a caña sin quemar debido a que la alzadora levanta menos peso por uñada en caña sin quemar ya que hay mas hojas y más cogollos, lo cual implica que deberá emplear mas tiempo para levantar lo que hay en el campo y en consecuencia el costo promedio por tonelada alzada va a aumentar.

En un experimento reciente de Manuelita para corte manual y alce mecánico en caña quemada y sin quemar, se encontró que la alzadora pasa de 100 ton/hora con caña quemada a 89 Ton/hora con caña verde. Si se extrapola esta cifra a toda la industria se tendría que

Ton/hora	Tarifa
100	728
89	$X = 818$

Finalmente, hay que destacar que las cosechadoras en prueba en el Valle son combinadas, es decir, las maquinas trozan la caña y la dejan directamente en los vagones, lo cual implica que en este caso se daría un ahorro neto en la etapa de alce.

Transporte. De la encuesta se obtiene un promedio ponderado y se valoran las toneladas transportadas en cada caso. No se pudo ponderar según el tipo de transporte (directo y autovolteo) por falta de datos.

Para el caso del corte mecánico, en la tarifa se incorpora la mejora en la eficiencia del transporte al pasar de cargar caña larga a caña trozada. Si la eficiencia por vagones aumenta entonces la tarifa/ton promedio seria menor

Ton/vagón	\$/ton
5	2648
6.6	X = 2006

Pago Materia Prima. El pago de la caña a proveedores participa con 65% de la producción.

Los proveedores independientes (40%) se encargan de todo el cultivo, venden la caña al ingenio y reciben en pago 58Kg. De azúcar/ Ton de Caña.

Las cuentas en participación que equivalen al 25% son aquellas en que la tierra es arrendada y administrada por el ingenio. Se reconoce 25 Kg. De azúcar/Ton.

Los ingenios en tierras propias con 35% de la producción.

Para este caso se asume que la retribución es similar a la de cuentas en participación de 25Kg. De azúcar/Ton. De caña.

De acuerdo con estos datos, se obtiene la participación de cada modalidad de pago en las toneladas molidas, se le asigna a cada una su pago en especie (Kg. De azúcar/Ton. Caña) y se valora por el precio por kilogramo de azúcar. Para ello se utilizó un precio promedio ponderado para 2002 que se obtuvo de la siguiente forma:

Se tomaron los precios/quintal mensuales de azúcar blanco (promedio Palmira-Ingenios), y crudo para consumo humano y los despachos mensuales respectivos para obtener un precio promedio ponderado por las toneladas despachadas (\$ 18,306/ quintal con participación del 98%). Se toma también el precio del azúcar para concentrados ponderado por los respectivos despachos (\$ 10,135/Q) y el precio de frontera (Promedio Barranquilla, Cúcuta e Ipiales) por los respectivos despachos (\$18,402).

Con estos datos se obtiene un precio interno promedio ponderado de \$18.214/Q o \$364,3/Kilo.

Para el precio externo se tomo una base de US\$ 292/Ton que equivale a \$248,707 Ton o \$249/Kilo.

Finalmente se obtiene la participación del consumo interno y externo dentro del total (61% y 39% respectivamente) y se pondera con esto los precios obtenidos.

El precio total promedio ponderado para 2002 fue \$ 319/kilo

Molienda. De los datos suministrados por los ingenios, se obtiene un costo de molienda/tonelada ponderada por las toneladas molidas por cada ingenio. Con esto se valoran las toneladas molidas.

Debido a que los sistemas de costos no están totalmente unificados en todos los ingenios, el promedio del costo de la molienda se obtuvo de seis datos que podían ser comparados. Los demás ingenios excluían o incluían en este costo datos que dispersaban mucho el resultado final.

Rendimiento en fábrica. Con base en un trabajo de CENICAÑA, se utiliza una regresión de los datos de rendimiento y materia extraña cuyos parámetros son

$$R = 12.44 - 0.133(\% \text{ Impurezas}).$$

Donde se aprecia que por cada 1% de incremento en el porcentaje de impurezas se encuentra asociada una disminución de 0.133 unidades en el rendimiento real.

A partir de esto, se calcula el incremento de materia extraña al cambiar de proceso, el efecto de este aumento en el rendimiento de azúcar en fábrica y la

menor producción de azúcar que se obtendría en estas condiciones.

Al pasar de caña quemada a caña sin quemar, la materia extraña pasa de 5% a 11% y 12%, lo que significa 6 y 7 puntos porcentuales de incremento. Esto implica una reducción en el rendimiento de 0.8 y 0.93 respectivamente

Rendimiento Caña quemada: 11.06

Rendimiento sin quemar manual: $11,06 - 0,8 = 10,26$

Rendimiento sin quemar mecánico $11,06 - 0,93 = 10,13$

Manejo de Residuos. En Manuelita, Providencia, Castilla y Cauca se han realizado experimentos para el manejo de los residuos cuando se cosecha sin quemar con diversas modalidades de encalle. Bajo las condiciones vallecaucanos con altos volúmenes de residuos (50 ton/Hrea), aumentan los costos del despaje considerablemente al tener que efectuarse en forma manual. De la encuesta se obtuvo el costo del manejo de residuos con el proceso actual que incluye la requema y el encalle mecánico. Este costo, Según CENICAÑA, se cuadruplica cuando la labor se debe efectuar manualmente.

ENCUESTA INGENIOS 2002

	MAYAGUEZ	RISARALDA	CASTILLA	RIO PAILA	PROVIDENCIA	CAUCA	PICHICHI	SAN CARLOS	CABAÑA	MANUELITA	TONS POND	PROMEDIO PONDERADO
					*1			*1				
Corte Verde												
%	9	10	11	12	3,56	0,5	2	5,5			1296224	6
Mat. Extraña %												
Sin Quemar		8		12	8,25	11		15,3		12,5	10767787	11
Quemada	5,4	5	4,7	3,7	4,1	3,9	4,7	9,6	3,5	5,1	16494161	5
No. Corteros												
Propios	649	413	1070	985	458	275	200	249	35	780	16494161	5114
Contratista	430	400	409	330	1000	2070	670	250	1065	1100	16494161	7724
Tarifa Corte \$/T *2												
Propios												
Sin Quemar	3658	3916	4908	4305	3592,8	4043,68	3154	2518		2267	15185843	3680
Quemada	3380	3699	4335	3756	3170,4	3369,07	2720	2192	5494	1982	16494161	3407
Contratistas												
Sin Quemar	2392	2500		3000	3750	2050,82		4100		2195	12338608	2693
Quemada	2392	2206	2304	3000	1908	1906,86	2515	3900	3973	1960	16494161	2419
Tarifa Ponderada												
Sin Quemar												3088
Quemada												2814
Propios												
Sin Quemar	3,8		3,7	3,5	2,9	3	3,5			3,2	14165595	3
Quemada	7,6	5,5	6,2	3,2	5	5,5	4,4	6,5	5,6	6,1	16494161	6
Contratistas												
Sin Quemar	2	3		2,8				2,1		3,2	7187327	3
Quemada	4,5	4,5		5				6,7	5,6	5	8495645	5
Eficiencia Ponderada												
Sin Quemar												3
Quemada												5
Costo Alce \$/T	534	425	755	513	1035	743	1042	1059	442	756	16494161	728
Costo Transporte \$/T	1988	2036	2827	1837,5	3108	3192	3594	1596	2482	2681	16494161	2648
Costo Molienda \$/T				2200	1496	1845	2200		1526	1851	11355046	1828
Manejo Residuos 4/Ha	11782	12000	14731	2400	11000	11863	32500	21400	10830	12000	16494161	14885
Toneladas Molidas	1570821	1020248	1860357	1684970	2116344	3034937	986878	687689	1308318	2223599	16494161	

*1 Se utiliza la modalidad de caña limpia sin quemar, lo cual implica menor eficiencia pero también menores niveles de materia extraña.

*2 Incluye Prestaciones, Dotación y Transporte

9. CONCLUSIONES

1. Las consecuencias que tendría sobre la industria azucarera la adopción de una medida que eliminara de forma inmediata la quema de caña

- Reducción del rendimiento del cortero.
- Incremento de la accidentalidad de la etapa de corte.
- Alce y Transporte de material extraña.
- Deterioro en la calidad de la material prima por impurezas.
- Pago a proveedores por material prima con alto nivel de impurezas.
- Reducción en la eficiencia de la molienda.
- Efecto en el rendimiento comercial.
- Perdidas de sacarosa en bagazo.
- Reducción en la calidad del bagazo, material prima para la producción de papel.
- Dificultad en la clarificación y elaboración.
- Incremento en los costos de manejo de residuos post-cosecha.

Los efectos sobre la labor de corte afectan tanto a los corteros como a la industria y surgen como consecuencia en la caída en el rendimiento del cortero cuando tiene que cortar cana sin quemar a la cual no esta habituado y por el incremento en el volumen total de biomasa que resulta del incremento de material extraña cuando la cana no se quema (cogollo y follaje). La labor de corte se paga a destajo y en consecuencia una reducción en el rendimiento significa una reducción en su ingreso ya que la eficiencia promedio pasa de 5 Ton/día a 3 Ton/día, esto implica también que se tendría que contratar corteros (8500) adicionales para compensar el descenso en la productividad, lo cual tendría repercusiones

negativas para la industria, si se tiene en cuenta que el costo de la mano de obra es demasiado alto en la actualidad.

En efecto cuando la caña no se quema el porcentaje de material extraña (hojas, chulquines, cogollos, tierra) que llega a los molinos un 5% corresponde a material extraña en caña quemada, este porcentaje aumenta 11% cuando la caña no se quema y alcanza el 12% cuando se trata de cosecha mecánica.

Rendimiento del cortero: disminuye la eficiencia del cortero y aumenta la tarifa/tonelada.

	Eficiencia Cortero	Costo/Tonelada
Corte caña quemada	5 Ton/día	\$ 2.814/Ton
Corte caña sin quemar	3 Ton/día	\$ 3.0887/Ton
Corte de caña refleja la menor eficiencia del cortero		\$ 4.690/Ton
Cosecha mecánica quemada	16 Ton/hora	\$ 2.7427/Ton
Cosecha mecánica sin quemar	25 Ton/hora	\$ 1.755/Ton

- **Efecto Alce y Transporte.** El mayor volumen de material extraña hace mas costosas las labores de alce y transporte ya que mover un volumen adicional estimado en casi un millón de toneladas, representa para la industria un sobrecosto que en el menor de los casos, significa pagar la misma suma por menos caña real y mas materia extraña con una disminución de la eficiencia de las alzadoras.

Alce: disminuye la eficiencia de la alzadora y aumenta el costo/tonelada, declara una perdida de la eficiencia de la alzadora al pasar de la caña quemada 70 Ton/hora a caña sin quemar 60 Ton/hora debido a que la alzadora levanta menos peso por uñada en caña sin quemar ya que hay mas hojas y mas cogollos.

Las cosechadoras en prueba en el valle son combinadas, es decir, las máquinas trozan la caña y la dejan directamente en los vagones, lo cual implica que en este caso se haría un ahorro neto en la etapa del alce.

Transporte: por la falta de información no se pudo ponderar según el tipo de transporte (directo y autovolteo). En el caso del corte mecánico, en la tarifa se incorpora la mejora en la eficiencia del transporte al pasar de cargar caña larga a caña trozada. Si la eficiencia de vagón pasa de 5 Ton/vagón a 6.6 Ton/vagón la tarifa disminuye pasando de \$ 2.648/ton a \$ 2.006/ton.

- **Efecto Molienda.** Dado que deberá molerse como caña un material que no produce azúcar y reduce la eficiencia de la extracción, esta etapa también conlleva un sobre costo pues implica que se molería sin producir azúcar durante un tiempo determinado para evacuar una material extraña improductiva, encareciendo el proceso de extracción al molerse algo que no produce azúcar e introduciendo en el proceso de elaboración materias extrañas cuya eliminación reduce la eficiencia de la extracción y afecta el procesamiento integro, esta situación que aun con cana quemada esta presente se agrava con cana sin quemar, reduciendo el rendimiento de 11.06 a 10.26.

- **Efecto en el Campo.** La no quema de los residuos que por hectárea son en promedio 162 a 182 toneladas de biomasa, de los cuales 122 son tallos molinables, es decir, material prima para producción de azúcar y el 40 a 60 toneladas de hojas y cogollos, después de la cosecha sin quemar una porción de ese material y algunos pedazos de caña quedarían en el campo afectando el desarrollo de las plantaciones. Como la cana es un cultivo perenne, es decir su raíz puede germinar otra vez después del corte se considera que al quedar tapada la cepa por los residuos se afecta su germinación y se puede crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades. Convencionalmente se hace el retiro de este material (labor de despaje) con un tractor que impulsa un instrumento

cepillador de cepas o matas de caña. Al no quemar esta labor tendría que hacerse manualmente.

- **Sobre costo Total.** En síntesis el sobre costo total en el que incurriría la industria si dejara de quemar la caña de manera inmediata se movería en un rango ubicado entre \$ 60 mil y \$ 80 mil millones.

En el escenario 1. Con un nivel de molienda constante, los mayores costos suman \$ 36.462 millones y los menores ingresos por venta de azúcar serían de \$ 42.015 millones para un efecto neto de \$78.477 millones en total cuadro 25.

En el escenario 2, con aumento de la molienda en igual proporción que la materia extraña. Los sobrecostos ascienden a \$ 59.893 millones pero las ventas descienden menos que en el caso anterior, \$ 9.597 millones, para un efecto neto total de \$69.490 millones. Cuadro 26.

Finalmente cuando se mantiene estable la producción de azúcar, los ingresos no disminuyen pero a cambio los sobrecostos son más elevados que en los casos anteriores, \$ 66.390 millones cuadro 27.

Cuadro 25. Efecto de la eliminación de las quemas en la industria azucarera.

Análisis de Sensibilidad		Escenario 1: Se mantiene el nivel de molienda			
		Aumenta la materia extraña y se reduce la caña real molida			
		MAYORES COSTOS	QUEMADA	VERDE MANUAL	Diferencia
Eficiencia Q. T/día	5				
Eficiencia SQ T/día	2				
Tarifa Q \$/Ton	2639				
Tarifa SQ \$/Ton	4399				
Tarifa M \$/Ton	2743				
Corteros Q	12838				
Corteros SQ	21397				
Corteros Adicionales	8559				
Materia Extraña Q	5%				
Materia Extraña SQ	11%				
Materia Extraña M	12%				
Precio Interno Pond.	364				
Precio Externo Pond.	249				
Precio Ponderado	319				
Inflación Proyectada	18%				
Devaluación Proyectada	13%				
Precio Proyectado	372				
Sobrecosto/Ton. Azúcar	42046				
Sobrecosto/Quintal	2102				
		Cosecha			
		1. Corte	46,415,982,384	77,359,970,639	30,943,988,255
		2. Alce	12,002,664,117	12,002,664,117	0
		3. Transporte	43,673,600,117	43,673,600,117	0
		4. Materia Prima	201,125,932,375	201,125,932,375	0
		Fábrica			
		5. Molienda	30,149,766,113	30,149,766,113	0
		Manejo Residuos			
		Mecánico Vs. Manual	1,839,239,905	7,356,959,618	5,517,719,714
		TOTAL	335,207,185,011	371,668,892,980	36,461,707,969
		MENORES INGRESOS			
		Ventas Azúcar	582,317,490,071	540,302,177,496	42,015,312,575
		EFFECTO NETO			78,477,020,544

Convenciones

Q: Caña quemada

SQ: Caña sin quemar

M: Corte mecánico

Fuente: El Autor

Cuadro 27. Efecto global de la eliminación de las quemas en la industria azucarera.

Escenario 3: Se mantiene constante la producción de azúcar.

Aumenta la materia extraña y la caña real molida

Análisis de Sensibilidad

Eficiencia Q. T/día	5
Eficiencia SQ T/día	2
Tarifa Manual Q \$/Ton	2639
Tarifa Manual SQ \$/Ton	4399
Tarifa Mecánica \$/Ton	2743
Corteros Q	12838
Corteros SQ	21397
Corteros Adicionales	8559
Materia Extraña Q	5%
Materia Extraña SQ	11%
Materia Extraña M	12%
Precio Interno Pond.	364
Precio Externo Pond.	249
Precio Ponderado	319
Inflación Proyectada	18%
Devaluación Proyectada	13%
Precio Proyectado	372
Sobrecosto/Ton. Azúcar	35571
Sobrecosto/Quintal	1779

MAYORES COSTOS		QUEMADA	VERDE MANUAL	Diferencia
Cosecha				
1. Corte		46,415,982,384	83,375,684,591	36,959,702,207
2. Alce		12,002,664,117	14,534,856,987	2,532,192,870
3. Transporte		43,673,600,117	47,069,773,660	3,396,173,543
4. Materia Prima		201,125,932,375	216,766,011,701	15,640,079,325
Fábrica				
5. Molienda		30,149,766,113	32,494,290,900	2,344,524,786
Manejo Residuos				
Mecánico Vs. Manual		1,839,239,905	7,356,959,618	5,517,719,714
TOTAL	61%	335,207,185,011	401,597,577,456	66,390,392,445
	39%			
MENORES INGRESOS				
Ventas Azúcar		582,317,490,071	582,317,490,071	0
EFFECTO NETO				66,390,392,445

Convenciones

Q: Caña quemada

SQ: Caña sin quemar

M: Corte mecánico

Fuente: El Autor

2. El desarrollo de la industria del azúcar en el Valle del Cauca, permitió que alrededor de ella se conformara un notable número de empresas que utilizan el azúcar como insumo de sus procesos productivos conformando un importante conglomerado. El cluster o conglomerado desarrollado en el Valle del Cauca dio inicio a relaciones e integraciones de tipo horizontal, vertical y multilateral que dieron origen a la creación de una importante red de proveedores y clientes de los ingenios, así como de instituciones que funcionan ya sea como canales de comercialización, como es el caso de CIAMSA o como canales de acceso a la información para ingenios, cañicultores y clientes, lo cual repercute en el logro de una mayor eficiencia productiva y el de mayores ventajas competitivas para el sector.

Se resalta la conformación de grupos empresariales que además de la producción de azúcar se enfocan en la elaboración de productos que le dan valor agregado. Ciertamente, los ingenios pertenecientes a estos grupos son los que hacen parte de la estructura oligopólica encontrada en las fábricas de producción y refinación de azúcar, estructura que aunque no presenta un nivel alto de concentración, el alto nivel de desarrollo de estas empresas, junto con la oferta diversificada de productos derivados del azúcar, hacen que se conviertan en las empresas líderes del sector y en las más competitivas.

La diversificación ha permitido que las empresas no dependan del bien básico debido a las distorsiones al comercio que se presentan principalmente en el mercado internacional, además de la presencia de sustitutos que cada día cobra mas importancia debido a su bajo contenido calórico, como el nutrasweet o la stevia o el bajo precio como la panela y la fructosa, producto altamente protegido y subsidiado por Estados Unidos, quien representa el 43% de la producción mundial.

Por su parte, la competitividad de Colombia en el mercado internacional del azúcar, muestra que aunque Colombia es exportadora del commodity, la dinámica de las exportaciones ha disminuido, además de concentrarse en mercados para los cuales Colombia tiene preferencias y en particular en azúcar crudo, producto que presenta los precios internacionales más bajos.

No obstante, sin duda el mercado azucarero en Colombia junto a las empresas que le agregan valor al azúcar, la productividad de la caña en el Valle del Cauca, la integración de los diferentes actores que intervienen en el cluster y la cultura empresarial desarrollada en la región, hacen que la agroindustria del azúcar sea una de las de mayor desarrollo y competitividad en el país y con mayores ventajas en el mercado internacional.

10. RECOMENDACIONES

1. El proceso de cosechar caña verde deberá en todo caso ser paulatino y de manera simultanea con el desarrollo de equipos y alternativas tecnológicas que permitan cosechar de esta forma sin reducir significativamente la eficiencia del proceso como sucedería en la actualidad. En el largo plazo se trata del diseño de maquinaria para cortar sin quemar, la implementación de variedades de caña compatibles con la mecanización que deshojen mas rápidamente, practicas para el manejo de residuos después de la cosecha mecánica, entre otros, y , mientras se consolida la nueva alternativa tecnológica, la búsqueda de procedimientos adecuados para efectuar las quemas, realización de estudios meteorológicos para disminuir el alcance de las emisiones y estaciones de monitoreo para controlar la calidad del aire.

2. Se deben desarrollar estudios complementarios para cuantificar aspectos en fabrica y campo que pueden afectar seriamente la producción como el mantenimiento de los equipos de fabrica, el consumo de insumos en la clarificación y elaboración, las perdidas de caña en campo y el costo de las labores de despaje, riego y fertilización.

Estos posibles costos adicionales deberán ser evaluados y deben ser cuantificados, para ver juntamente con los otros, su influencia en el estado financiero de las empresas.

3. Debido a que el sector azucarero no mostrara grandes crecimientos en la producción, porque ya existe un nivel máximo de disponibilidad de tierras, es

indispensable que el sector mejore en eficiencia y mantenga la posición de liderazgo. Debe encontrarse la manera de reducir costos, sin que ello signifique que tenga que parar las investigaciones, por el contrario se deben actualizar aun más. El sector debe reconvertir los procesos agrícolas e industriales y continuar trabajando en la dirección de obtener variedades de cañas erectas, resistentes a las enfermedades, y de alta productividad de sacarosa.

BIBLIOGRAFÍA

ALEXANDER, A. 1973. Sugar Cane Physiology, Ámsterdam. Elsevier. V.I p.393

ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE CAÑA DE AZÚCAR EN COLOMBIA.
Asocaña. Proceso productivo del Azúcar e Informe social de 1997.

_____. Asocaña. Informe Social 1998.

_____. Asocaña. Informe Social 1999.

_____. Asocaña, Informe Social 2000.

AYALDE, G.; GOMEZ, F. F.; SANCHEZ, O.; BUENAVENTURA, C.E.; RANGEL, H. 1973 La caña de azúcar. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Instituto Colombiano Agropecuario. P. 261

BANGUERO HAROL. El Sector Azucarero Colombiano: Evaluación de su impacto económico y social en la nación, región, los departamentos y municipios en su área de influencia. Diciembre 1989.

CASSALET, C.; AMAYA, A.; RANJEL, H.; E. 1984. Obtención de variedades colombianas de caña de azúcar, In Primer Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Cali. Col. Tomo I. p.1-9

CENICAÑA, Informe Anual 1998.

CHIUNTI, M. A. 1976. Información sobre las necesidades y equipos para la selección y puesta en marcha de una cosecha mecanizada de caña. Técnica Azucarera (México) 1 (1): 16-24

CLEMENTS, F. H. 1980. Sugarcane crop logging and crop control. Principales and Practices. Honolulu. University Presss of Hawai, p.519

CONSTANTINO, G.; MORA, I.; VILLALOBOS, M. 1984. Pruebas y recomendaciones sobre la cosecha mecánica de la caña de azúcar en Guanacaste. In VI Congreso Agronómico Nacional. Vol.1. San José, Costa Rica. P.371-372.

FLOGLIOTA, F. A.; LEIDERMAN, J.; MATIUSSI, R. E. 1978. Efectos de la quema de basura sobre la temperatura de población micribial del suelo. Geplacea. Boletín Técnico 6, abril – junio

GARCIA, M. 1989. Evaluación del corte de caña utilizando el “machete Huixtla” comparado con el “machete tradicional” (hawaiano). In Seminario Interamericanos de la caña.

GOMEZ ALVAREZ, F. 1983. Caña de azúcar. 2 ed. Ven, Edicampa. P.661.

GRIMALDI, Simonds, La Seguridad Industrial Su Administración, 1996.

JIMENEZ, M. 1945. La producción de azúcar y la agricultura de la caña en Costa Rica. Revista de Agricultura (C.R.) 17:53-67

MADRID, G. 1981. Nuevo sistema manual de corte de caña de azúcar. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP). Guatemala. P.22.

PERRY SANTIAGO. La Crisis del Agro y sus Consecuencias. La Importancia del Agro en las Economías Territoriales: El caso del azúcar. Santafe de Bogotá, abril de 1998.

POSADA C.E. La gran crisis en Colombia: el periodo 1928-1933. Capitulo 3, en Nueva Historia Colombiana, Tomo V, Planeta, Bogotá, 1989.

RODRIGUEZ, D. 1985. Mejoramiento genético y variedades Boletín Informativo DIECA (C.R) 17 (1): 1-4

SPIJKERS PIET, La Agricultura en el siglo XXI: Ciencia, Tecnología, Recursos Humanos y Pobreza Rural en la Coyuntura Social. Bogotá, mayo de 1995, sin publicar.

TORRES JORGE, Manejo de los Residuos de la Cosecha de caña Verde. 1998.

VILLEGAS, F.; YANG, S.J.; FRANCO, R.; VARELA; W. 1987. Efecto de compactación del suelo causada por el tráfico durante la cosecha de la caña de azúcar, sobre la producción del cultivo siguiente. In Segundo Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Tomo II. Cali, p.469-485.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AGROINDUSTRIA. Las quemas de caña en el Valle del Cauca. Enero, febrero 1994, 38-40 p.

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS E CUBA. Boletín Oficial. La Habana, mayo-junio 1996, 14 p.

AYALDE, Guillermo y Otros. Caña de azúcar. Abril 1993, 175-178 p.

LONDOÑO, Miguel. El País. Ministerio de Salud autoriza quema de caña. Mayo 13 de 1994.

MEZA EASTMOND. ALMARIO SALAZAR, HOYOS HERNANDEZ. El azúcar sulfatado en presentaciones de ½ y 2 ½ kgs. Producida por Ingenio Providencia S.A., Universidad Autónoma de Occidente. Cali, noviembre 1991.

RIPOLI, T.C.; MOLINA JUNIOR, W.F.; STUPIELLO, J.P.; NOGUEIRA, M.S.C.; SACCOMANO, J.B. Potencial energético de residuos de cosecha de caña verde. STAB (Brasil) v. 10 No. 1, p. 22, 24-25,28. Set.-Out. 1991.

STAHARL, Edmundo y LETEY Jhon. Ordenación y gestión del medio ambiente. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local, 1975.

SUÁREZ RIVACOBA, R. Caña De azúcar: medio ambiente y desarrollo. Seminario Internacional Generación Comercial de Energía Eléctrica en la Agroindustria Cañera, Guatemala, 15-18 de junio, 1994. Memorias. Guatemala, Geplacea, 1995. P.415-447.

TORRES, J.S. La cosecha de caña verde. PROCAÑA (Colombia) No. 27, p. 20-21, julio 1994.

VILLAVECES PARDO, Ricardo. Sin infraestructura no hay Apertura. Revista SAG, Año X No. 12, 1992.

VILLEGAS T., F.; TORRES, J.S. Manejo de los residuos de la cosecha de caña verde. Cali, CENICAÑA, 1993. 24 p. (documento de trabajo No. 274)