

INSTITUTO DE LA ECONOMIA NACIONAL DE KIEV D. S.
KOROTCHENCO

Con derecho de autor

UDK 63.115 (7Cu)

ANA DELIA BOQUET ROQUE

LOCALIZACION ÓPTIMA DE LA PRODUCCION EN LOS COMPLEJOS
AGROINDUSTRIALES (EN EL EJEMPLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA
REPUBLICA DE CUBA)

08.00.13 - Métodos matemáticos y empleo de las técnicas de computación en las
investigaciones económicas, la planificación y la dirección de la economía nacional y de
sus ramas.

DISERTACION

para la obtención del grado científico

de candidato a doctor en ciencias económicas

Tutor

Prof. V. F. Sitnik

Dr. en ciencias económicas

Kiev - 1988

Contenido

INTRODUCCION.....	3
Capítulo 1. PROBLEMAS DE LA FORMACION Y DESARROLLO DE LOS COMPLEJOS AGROINDUSTRIALES EN LA REPUBLICA DE CUBA.....	8
1.1 Posibilidades de formar complejos agroindustriales en la República de Cuba.....	8
1.2 Papel de la industria azucarera en la formación de complejos agroindustriales en Cuba.....	16
1.3 Estructura actual de la industria azucarera.....	25
Capítulo 2. METODOLOGÍA Y METÓDICA PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL	35
2.1 Análisis de los modelos económico-matemáticos existentes para la localización óptima de complejos agroindustriales.....	35
2.2 Selección del criterio de optimalidad para la formalización del modelo económico-matemático para la localización de la producción en el complejo agroindustrial.	41
2.3 Planteamiento formal del sistema de modelos económico-matemáticos para determinar la localización óptima de la producción del complejo agroindustrial azucarero.....	51
Capítulo 3. SOLUCIÓN PRÁCTICA DE LA TAREA DE LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LAS EMPRESAS DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CAÑERO	60
3.1 Aspectos del aseguramiento informativo para la solución del modelo	60
3.2 Perfeccionamiento de la estructura territorial del complejo agroindustrial cañero de la República de Cuba.	67
3.3 Resultados de la tarea y su análisis	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXO.....	100

INTRODUCCION

Actualidad de la investigación. La aceleración del desarrollo socioeconómico de la República de Cuba se asegura con el crecimiento de la eficiencia de la producción social. En el Informe Central al III Congreso del PCC se subraya, que la línea estratégica del desarrollo de nuestra sociedad, es el paso a una economía más organizada y eficiente.

Es necesario que la planificación de la localización de las fuerzas productivas se realice sobre la base de un enfoque sistémico e integral, orientado a lograr los resultados finales más eficientes para la economía nacional. En Cuba se le presta particular atención al desarrollo de complejos agroindustriales nacionales especializados: de la caña de azúcar, del cítrico, el cárnico-lechero y el pesquero, capaces de asegurar a la población productos alimenticios; ampliar e incrementar la nómina de los rubros tradicionales de exportación; obtener nuevas materias primas para la industria y crear nuevas ramas en la producción, que a su vez sean capaces de sustituir importaciones. Las tareas planteadas llevan a la necesidad de elevar la fundamentación científica de la localización de las fuerzas productivas con el objetivo de obtener el mayor efecto de los recursos empleados (financieros, materiales y laborales).

El incremento de las escalas y ritmos de la construcción socialista, la creciente complejidad de la estructura de la producción social, la profundización de la división del trabajo le otorgan una significación peculiar al problema del perfeccionamiento de la localización de la producción, considerando la interacción racional de las provincias en el complejo único de la economía nacional.

Entre las tareas más importantes en la creación del complejo agro-industrial de la caña de azúcar¹ está la incorporación de un enfoque integral para el perfeccionamiento de la estructura productiva de la industria azucarera, y el fortalecimiento de la estructura territorial de sus producciones, tanto la azucarera como la de derivados. A pesar de una serie de directivas para estimular la producción de derivados de la caña de azúcar, este problema no está resuelto aún, en particular no está resuelto el uso integral del bagazo, uno de los principales subproductos en la producción de azúcar crudo, como materia prima en la producción de derivados.

¹ Esta denominación se utiliza para diferenciar el complejo ramal en su conjunto, respecto de la empresa denominada complejo agroindustrial azucarero. (Nota de la autora para la traducción).

La producción de azúcar es la rama más importante de la economía de la República de Cuba. En los últimos 25 años su desarrollo ha contado con la modernización de su tecnología, y la amplia mecanización de su proceso productivo, sobre todo en la esfera agrícola.

Sin embargo el precio siempre decreciente del azúcar crudo en el mercado mundial y los precios crecientes de los derivados justifican la necesidad de una estricta compatibilización en el desarrollo ulterior de la industria azucarera y sus ramas derivadas, con el objetivo de obtener el mayor efecto para la economía nacional de los gastos en la construcción de nuevas empresas y la ampliación o reconstrucción de las existentes.

Una amplia red de centrales azucareros localizada por todo el país, junto con las grandes plantaciones de caña de azúcar, son condiciones favorables para la reorganización de la industria azucarera cubana, su estructura territorial y sus capacidades. De ahí la particular actualidad del perfeccionamiento de los principios y métodos de localización de las empresas nuevas, la fundamentación de la racionalidad de la ampliación y reconstrucción de los centrales azucareros y las plantas de derivados existentes considerando no sólo intereses ramales, sino también los territoriales. Especial significación cobran las tareas de localización óptima de la producción de la industria azucarera relacionadas, en primer lugar, con la intensificación de la producción necesaria para la elevación del potencial económico de las provincias con un débil desarrollo industrial.

En la actualidad no están completamente elaboradas todas las cuestiones relacionadas con una solución integral que incluya consideraciones ramales y territoriales para la localización de los centrales azucareros y las plantas de derivados. Estas empresas se caracterizan por su proximidad a las fuentes de materia prima, al agua, por los grandes volúmenes a transportar de materia prima y otros factores, que aconsejan un análisis detallado para evidenciar las regularidades de su influencia en la selección de los puntos de localización para la producción conjunta de azúcar y derivados en condiciones de intensificación de la producción.

Objetivos y tareas de la investigación. El objetivo de la investigación es la elaboración de los principios y métodos para la organización territorial más eficiente de la producción de la industria azucarera, considerando la interrelación entre la producción de azúcar y la de los derivados de la caña de azúcar en interacción con el complejo de la economía nacional.

En correspondencia con el objetivo planteado y el conocimiento que se tiene de esta problemática las tareas concretas de la disertación fueron:

- investigación de las particularidades del desarrollo de la industria azucarera en Cuba y su estructura territorial;

- determinación de las vías principales de elevación de la eficiencia de la estructura territorial de la industria azucarera;
- selección de las variantes factibles de localización de cada producción estudiada;
- evaluación de la eficiencia económica comparativa de la localización de la producción, considerando las diferencias regionales en los gastos de la economía nacional;
- elaboración de un modelo de localización óptima de la producción de azúcar y derivados del bagazo por provincias;
- determinación de los parámetros fundamentales del modelo recomendado y del sistema computacional para el ulterior procesamiento de los resultados.

Sujeto de la investigación. Los centrales azucareros de la República de Cuba, localizados en todas las provincias.

Objeto de la investigación. La localización de los centrales azucareros y de las plantas de derivados del bagazo en todas las provincias productoras de azúcar en el período al año 2000. Particular importancia se le concede en el trabajo al aseguramiento a las plantas de derivados de los volúmenes necesarios de bagazo a partir de un abastecedor único.

La novedad científica del trabajo consiste en:

- determinación de los principios para la selección de la estrategia óptima de localización de complejos ínter ramales, con el ejemplo de la producción de azúcar crudo y los derivados del bagazo;
- elaboración por primera vez, para las condiciones de la República de Cuba, de un modelo económico-matemático interregional de desarrollo y localización de la industria azucarera al largo plazo, tomando en cuenta las particularidades territoriales;
- demostración de la necesidad de cambiar la estructura territorial de la producción de azúcar crudo con el objetivo de abastecer, de forma económicamente eficiente, la demanda perspectiva de materia prima para el desarrollo de los derivados.

Fundamentación de los resultados obtenidos. Está dada por la necesidad objetiva de perfeccionar los métodos de planificación territorial en la República de Cuba, considerando la influencia significativa de la localización de las empresas en la eficiencia de la producción social, y facilitando la elaboración de los esquemas ramales y territoriales de desarrollo y localización de la producción a largo plazo.

Valor práctico del trabajo. La introducción en la práctica de los métodos recomendados eleva la posibilidad de una localización eficiente de producciones interrelacionadas, fundamenta el desarrollo de la producción azucarera para una perspectiva de largo plazo, evidencia las reservas

para su crecimiento, y facilita la formación de una política económica para el desarrollo de las ramas involucradas como resultado de la localización óptima de sus producciones.

Las principales conclusiones y recomendaciones formuladas en la disertación pueden ser empleadas por el Instituto de Planificación Física (IPF) adjunto a la JUCEPLAN de la República de Cuba, para el perfeccionamiento de la estructura del complejo agroindustrial cañero en las provincias, y en la elaboración del esquema de desarrollo y localización de otros complejos agroindustriales especializados.

Metodología de la investigación. Las tesis científicas, las elaboraciones metodológicas y metódicas, las conclusiones y recomendaciones se basan en la metodología marxista-leninista de investigación de los procesos económicos; los planteamientos de su teoría de la planificación del desarrollo y localización de las fuerzas productivas, en los documentos de los congresos de PCC y el PCUS; las resoluciones del PCC acerca del perfeccionamiento de la planificación territorial, y el fortalecimiento del desarrollo de los complejos agroindustriales especializados. En el proceso de la investigación se emplearon los trabajos de científicos cubanos y soviéticos acerca de la eficiencia del desarrollo y localización de la producción social; y de la modelación económico-matemática en la localización de la producción y su organización territorial; así como las directivas metódicas de la JUCEPLAN de la República de Cuba para la elaboración de los planes de la economía nacional.

Como base informativa fueron empleados: los anuarios estadísticos de Cuba para varios años; datos del archivo del IPF; publicaciones y entrevistas con especialistas de diferentes ministerios acerca de la tecnología de la producción del azúcar crudo y los derivados.

En la disertación se examinaron las premisas necesarias para la formación del CAI nacional y sus características, las que se comparan con las condiciones existentes en los países en desarrollo, y en particular con las de la República de Cuba. Se analizaron las insuficiencias fundamentales en los intentos anteriores de integración agroindustrial, el papel de los programas integracionistas de los países miembros del CAME, las principales insuficiencias en la política de desarrollo de la producción de derivados de la caña de azúcar. Se ofrecen las premisas generales para el desarrollo de estas producciones, evidenciando el papel del MINAZ como núcleo del desarrollo del CAI cañero nacional en nuestro país, se señalan las características generales de los principales derivados, describiendo la estructura ramal y territorial de la industria de la caña de azúcar y se evidencian las direcciones de la reorganización de su estructura territorial.

Se ofrece un análisis de los diferentes enfoques en la modelación de la localización de la producción, así como de los diferentes criterios de su optimización y del empleo de la modelación económico-matemática en la elaboración del esquema de desarrollo y localización de las fuerzas

productivas. Se fundamenta la necesidad del empleo de la modelación económico-matemática en la planificación de la reorganización de la industria cañera y se propone el enfoque más adecuado para ello, así como los criterios de optimización. Se da la metódica para su cálculo y el planteamiento del modelo recomendado.

Finalmente, se resuelve la cuestión del aseguramiento informativo para el modelo propuesto; se da la metódica para la selección de las variantes de localización factibles; se fundamenta la elección del conjunto de producciones seleccionadas para este estudio; se describe el procesamiento de los resultados, con el empleo de un sistema creado al efecto. Se analizan los resultados obtenidos y se recomienda la evaluación de las variantes de desarrollo por la vía de la eficiencia del ahorro de trabajo vivo.

Volumen y estructura del trabajo. La disertación consta de introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones, también de un anexo y la bibliografía consultada. El trabajo está mecanografiado en 135 páginas, contiene 36 tablas y 7 gráficos, en la bibliografía se referencian 122 títulos de autores cubanos y soviéticos.

Capítulo 1. PROBLEMAS DE LA FORMACION Y DESARROLLO DE LOS COMPLEJOS AGROINDUSTRIALES EN LA REPUBLICA DE CUBA

1.1 Posibilidades de formar complejos agroindustriales en la República de Cuba

La formación y desarrollo, en la economía socialista, de diferentes complejos productivos nacionales se basa en un sistema único de leyes económicas y regularidades objetivas de las condiciones para el desarrollo y localización de las fuerzas productivas. En la medida que el proceso de división social del trabajo y la cooperación interramal se hacen más profundos, se observa la formación de sistemas productivos interramales. En estos sistemas ocupa una posición de primer orden el complejo agroindustrial del país, cuyo objetivo es la satisfacción de las demandas de la sociedad en cuanto a productos alimenticios, y otras producciones agropecuarias.

En la actualidad, según la opinión de algunos autores, el complejo agroindustrial (CAI) es una forma de producción que surge como consecuencia de un alto nivel de desarrollo de las fuerzas productivas del país, que permite integrar las producciones agropecuaria e industrial en un proceso único [57, p. 47] con la creación de un sistema único compatibilizado de dirección de la economía, que garantiza la secuencia de todas las etapas del proceso de reproducción de la Economía Nacional.

En correspondencia con su actividad funcional las ramas participantes en el CAI clasifican dentro de alguna de las siguientes esferas:

PRIMERA ESFERA, agrupa las ramas que producen medios de producción para la agricultura y para la industria procesadora de las materias primas agropecuarias. Las producciones de esta esfera garantizan la introducción de los resultados del progreso científico-técnico en la agricultura y en la industria procesadora. La producción agropecuaria adquiere el carácter de gran producción industrial con la creación de la base técnico-económica, que le permite alcanzar un funcionamiento eficiente con el empleo de métodos organizativos industriales.

SEGUNDA ESFERA, incluye la producción agropecuaria en sí, los servicios directos de atención a las plantaciones (técnicos, químicos, etc.), el mejoramiento del suelo, los trabajos de hidroeconomía, los fitosanitarios y veterinarios, los de elevación de la calificación de los trabajadores y los de investigación científico-técnica. Esta esfera incluye además el transporte especializado, la construcción vial y de otras obras ingenieras en los campos, así como la construcción de viviendas y servicios comunales.

TERCERA ESFERA, abarca los servicios para garantizar el acopio estatal, el transporte y el almacenamiento de las materias primas agropecuarias. Esta esfera también incluye las ramas de procesamiento primario de la materia prima agropecuaria, cuya producción puede ir al consumo directo de la población, o ser materia prima para otras empresas, que no forman parte del CAI.

La producción agroindustrial nacional presenta determinadas características, que es necesario tener en cuenta en la formación del CAI, la planificación de su desarrollo y de su distribución territorial:

El CAI es el mayor complejo de la Economía Nacional, tanto por la magnitud de los recursos utilizados como por el volumen de su producción. (En Cuba el sector agropecuario recibió no menos del 20% del total de inversiones realizadas en el quinquenio 1981-1985).

La complejidad de la estructura socioeconómica del CAI dada por la participación, en las esferas que lo constituyen, de obreros agrícolas e industriales, cooperativistas y el pequeño propietario individual. Esto hace necesario acercar sus condiciones de vida y trabajo, lo que en última instancia se reflejará positivamente en la eficiencia del CAI.

La dependencia objetiva de la producción agropecuaria respecto a las condiciones naturales, que será siempre un obstáculo en el desarrollo del CAI.

La estructura interramal del CAI exige el desarrollo equilibrado y proporcional de todas sus ramas, con vistas a garantizar un máximo de producto final con un mínimo de gastos sociales [42].

Por supuesto el CAI no sólo se forma sobre la base del desarrollo de las fuerzas productivas, también juegan un papel importante las premisas sociales: la forma social de propiedad sobre los medios de producción, que permite superar las contradicciones entre la ciudad y el campo; el progreso científico-técnico, que favorece la creación de la base técnico-material para la aceleración del desarrollo de la agricultura, y que también influye en el perfeccionamiento de las relaciones económicas y productivas entre las ramas de la industria y de la agricultura. En las condiciones de Cuba un factor decisivo en la aceleración de la introducción de los logros de la ciencia y la técnica ha sido la integración socialista en el marco del CAME y los programas a largo plazo de colaboración económica y científico-técnica entre Cuba y la URSS.

La elevación de la productividad del trabajo en los marcos del CAI contribuye, por un lado, a liberar fuerza de trabajo que podrá ser empleada en otras ramas donde los recursos laborales sean deficitarios, por la vía de una recalificación planificada y su redistribución; y por otro favorece el desarrollo multilateral de los trabajadores de CAI, toda vez que aumenta el tiempo libre de los trabajadores. En su tiempo Carlos Marx dijo que mientras menos tiempo gasta la sociedad para la

producción de cereales, carne, etc, más tiempo tiene para la producción material o espiritual [12, p. 119].

Estas consideraciones son fundamentales para la liquidación de las diferencias en las condiciones de vida urbana y rural. En lo que se refiere a las condiciones de trabajo, el nuevo carácter industrial que le da el progreso científico-técnico al trabajo agropecuario, conlleva la normación de la jornada laboral; la introducción del turno de trabajo; la creación de condiciones para la elevación de la calificación; el cumplimiento de las exigencias sanitarias en los puestos de trabajo, como en la industria; la disminución de la contaminación ambiental, etc.

Respecto a la estructura del CAI existen diferentes criterios, sin embargo el más generalizado es el de que su estructura sea aquella que permita alcanzar los objetivos con un mínimo de gastos sociales. Como estos objetivos varían con el desarrollo de la sociedad, entonces la estructura del CAI tendrá un carácter dinámico. A los órganos de planificación les corresponde velar porque en cada etapa de su desarrollo, estructura y funciones del CAI se correspondan.

El CAI del país está compuesto por diversos CAI ramales y territoriales, que en su formación se relacionan entre sí, y difieren en cuanto a las esferas de influencia, según la división territorial a la que se subordinen y la especialización de un territorio dado.

Los complejos ramales, a su vez, están formados por conjuntos de empresas que participan en las diferentes etapas de un proceso de producción, desde la obtención de la materia prima hasta la producción del producto final, así tenemos los CAI azucarero, cárnico, de frutas y vegetales, etc.

Ya que en el CAI los esfuerzos de todas las ramas componentes están encaminados a la producción más eficiente del producto final, es necesario puntualizar qué entendemos por el término "producto final", la autora comparte la opinión de que el producto final del CAI es aquella producción que se destina al consumo personal o productivo fuera del complejo, a la exportación o a la acumulación.

Hasta aquí nos hemos referido a las particularidades de la formación y desarrollo del complejo agro-industrial en las condiciones de un alto nivel de desarrollo de las fuerzas productivas, ahora es necesario detenernos a examinar las posibilidades que tienen los países en vías de desarrollo, para crear complejos agroindustriales.

Para los países en vías de desarrollo son comunes las siguientes condiciones generales:

Para su economía,

- desarrollo industrial escaso y unilateral, fundamentalmente de la esfera extractiva, el procesamiento primario de materias primas y la producción de bienes de consumo. Toda la industria depende del mercado externo, en particular para su equipamiento;
- monoexportadores de alguna producción de bajo nivel tecnológico, o de alto nivel de contaminación;
- bajos niveles de explotación de los recursos agropecuarios a causa de modos anacrónicos de propiedad de la tierra;
- actividad no productiva excesiva respecto a la base económica del país, así como alto grado de desocupación y subempleo.

Para la organización territorial de sus fuerzas productivas

- concentración de la actividad industrial en la capital o alrededor del puerto con mejores condiciones naturales para la exportación;
- diferencias abismales entre las condiciones de vida y trabajo en la ciudad y el campo;
- presencia de barrios insalubres alrededor de las concentraciones industriales;
- bajo nivel de desarrollo en la infraestructura técnico - productiva;
- relaciones de transportación irracionales, debido a la propiedad privada de los medios de producción, que afecta sobre todo la transportación de la materia prima agropecuaria;
- soluciones insuficientes al problema de la conservación del medio ambiente;

Para su nivel de vida

- bajo nivel cultural de la población;
- condiciones higiénico-sanitarias deficientes;
- falta de desarrollo y equilibrio en la infraestructura social;

Para la introducción de los resultados del progreso científico-técnico

- ausencia de la base informativa imprescindible, como son: el catastro, los censos de población, la prospección geológica, el inventario de recursos naturales, el sistema de normas, etc. [89, p.20-26].

En el marco de las condiciones antes señaladas nos detenemos en los países donde ya se han dado las premisas sociales fundamentales, y existe la propiedad social sobre los medios de producción, que permite crear la base técnico-material para el desarrollo económico ulterior, entonces resulta natural lograr una cierta diversificación industrial, comenzando por fortalecer los eslabones del proceso productivo de aquellas ramas que cuentan con algún nivel de desarrollo.

Antes del triunfo de la Revolución, la industria azucarera cubana constituía la espina dorsal de la economía cubana, ya que producía su principal renglón de exportación. Esta industria se desarrolla en Cuba desde el siglo XVIII; inicialmente en los alrededores de La Habana, ya entonces centro político y administrativo del país, y único puerto autorizado para el comercio exterior, paulatinamente las plantaciones de caña de azúcar se fueron extendiendo por todo el territorio nacional [105, p.137-148].

Después de la Revolución y hasta el año 1975, el grueso de las inversiones se destina al desarrollo de la agricultura e industria azucareras, con el fin de llevar a un nuevo nivel la producción de la caña de azúcar y el azúcar crudo.

Los niveles alcanzados en la agricultura, en cuanto a ordenamiento territorial, concentración de la producción, servicios fitosanitarios, aseguramiento químico, etc. superaron los de la época prerrevolucionaria, aunque la integración interramal, como tal, comenzó más recientemente, y es un problema que no ha sido fácil de resolver, porque el país carece de una industria altamente desarrollada y de experiencia en la gestión industrial, incluyendo la producción cooperada.

Aun así, en el intervalo de 1959 a 1975 se realizaron varios intentos de integración agroindustrial en las producciones de tabaco, café, arroz, cítricos, caña y la avicultura [121]. En las distintas ramas se alcanzaron diferentes niveles de integración, aunque en general se pueden ofrecer las siguientes conclusiones:

- en este proceso integracionista prevaleció más el interés ramal de concentrar la producción, que de alcanzar objetivos generales de cooperación y combinación;
- no se logró la correspondencia deseada entre el desarrollo tecnológico y los niveles organizativos;
- faltó un sistema de dirección de la economía que orientara la gestión eficiente de las empresas y garantizara la subordinación de los intereses ramales a los de la Economía Nacional;
- la centralización de toda la actividad productiva condujo a un debilitamiento del eslabón agropecuario;
- el proceso de integración se trató de llevar a escala de todo el país, sin experimentos locales previos que permitieran acumular la experiencia necesaria para un tránsito gradual y más eficiente, a las nuevas formas organizativas; en esos momentos existía una diferencia enorme entre el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas en la agricultura y la industria procesadora relacionada con ella.

La experiencia acumulada ayudó a evidenciar los errores cometidos en la solución al problema de la integración agroindustrial, descubrir las insuficiencias en el desarrollo de las fuerzas productivas

que podrían frenar el desarrollo ulterior de este proceso, a pesar de la rectificación de los errores fundamentales. El análisis de los resultados obtenidos en aquella etapa, permite diferenciar los factores objetivos y subjetivos que dificultan alcanzar las metas propuestas, así como definir una nueva política para la creación de verdaderos complejos ramales.

También se evidenciaron aquellas dificultades que Cuba no puede salvar debido al nivel de desarrollo de sus fuerzas productivas, así como a la insuficiencia de recursos financieros. Estos problemas se analizaron en el contexto de la integración agro-industrial del CAME, donde encontraron una solución satisfactoria.

Se definió un sistema internacional para el desarrollo integral de los complejos agroindustriales del azúcar y del cítrico. En el programa para el desarrollo del CAI cañero participan la RPB, la RDA y la URSS, en éste se estableció un régimen preferencial de colaboración, por el cual Cuba recibiría créditos blandos para la adquisición de los medios técnicos para el desarrollo del programa y la elevación de la producción, sobre bases mutuamente ventajosas; el programa también previó la participación de estos países en la producción de derivados a partir del azúcar y de los subproductos del proceso de fabricación del azúcar crudo.

En el programa cítrico participan la RPB, la RPH, la RDA, la URSS y Checoslovaquia, en él se previó integrar el complejo cítrico de Cuba al de frutas y vegetales de esos países [58, p.55-76].

La incorporación a estos programas le permite a los países europeos del CAME estabilizar o disminuir el área dedicada al cultivo de la remolacha azucarera y otros cultivos, área que una vez liberada pueden dedicar a otros cultivos más eficientes para sus respectivas economías, así como disminuyen los gastos de combustible en la fabricación de azúcar, etc.

Por otro lado, en el marco de la colaboración entre países del CAME para la aceleración del progreso científico-técnico hasta el año 1990, se prevén programas para la introducción de nuevas variedades de caña de azúcar de mayor rendimiento y más resistentes a las condiciones climáticas de Cuba; el logro de un nivel mayor de mecanización en la siembra y la cosecha de la caña de azúcar; el diseño y perfeccionamiento de las tecnologías para la producción de derivados de la caña de azúcar (celulosa, papel, piensos de alto contenido proteico, etc.); selección y extensión de nuevas variedades de cítricos; diseño e introducción en la práctica de tecnologías óptimas de cultivo, cosecha, transportación y procesamiento del cítrico, incluida la producción de derivados.

La realización exitosa de todas las tareas planteadas permite mejorar la base científico-técnica de las exportaciones cubanas, básicamente en los renglones del azúcar y los cítricos; utilizar la producción de derivados para la elevación del contenido proteico en la alimentación animal, lo que

también contribuye a garantizar el abastecimiento a la población de productos alimenticios de origen animal.

Analizando los problemas evidenciados en los intentos anteriores de integración y las condiciones favorables creadas por la integración socialista es necesario prestar la mayor atención a los aspectos organizativos, relacionados con la actividad consciente del hombre y su actitud ante los cambios estructurales necesarios para la introducción de nuevas formas de producción, como por ejemplo, perfeccionar la organización de las empresas agropecuarias, en particular, sus dimensiones óptimas, definir su especialización, establecer los objetivos secundarios que deben fijarse, determinar el aparato de dirección, establecer los mecanismos contractuales que faciliten las relaciones de cooperación entre empresas, con el objetivo de lograr una integración agroindustrial más profunda.

En lo que respecta a la mecanización, se observa la posibilidad de emplear de forma más efectiva los recursos disponibles, lo que permitiría garantizar la estabilidad del acopio de productos agropecuarios, y el ulterior procesamiento industrial. Está planteada la tarea de la elaboración de nuevas máquinas y aperos para todos los cultivos considerando un nivel aceptable de mecanización.

La quimización de la agricultura es otra tarea importante, donde se hace necesario el empleo de la más estricta disciplina tecnológica, para garantizar su empleo eficiente. Aunque el uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas está muy extendido en Cuba, no siempre los resultados obtenidos se corresponden con los recursos invertidos. Como principales insuficiencias cabe señalar las malas condiciones de almacenamiento de los productos químicos y su aplicación incorrecta.

Dadas las condiciones naturales de Cuba, es necesario desarrollar investigaciones más amplias para evidenciar los esquemas óptimos de riego y drenaje, en dependencia del tipo de suelo y del cultivo, con el fin de ahorrar agua, recurso también necesario para la población y la industria.

A pesar de las insuficiencias señaladas, tiene lugar un proceso de recuperación en algunas actividades agropecuarias:

Los resultados del programa para extender el uso de variedades de caña de azúcar con mayores rendimientos ya se evidencian, en el año 1976 el rendimiento agrícola medio de la caña de azúcar fue de 43 t/ha, y en el año 1985 llegó a 55 t/ha¹⁾. Al mismo tiempo en algunas regiones, de forma

¹⁾ Anuarios Estadísticos de la República de Cuba de varios años (este signo mantiene su significado en todo el trabajo).

continuada se han obtenido rendimientos de 68,5 t/ha [79]. Para el año 1990 los rendimientos medios deben llegar a 64,3 t/ha [69, p.48].

Diferentes cruces realizados en los planes de mejoramiento genético en la ganadería vacuna han permitido llegar a 1985, con el 81% de la masa ganadera en razas lecheras, y un aumento de la producción de leche del 57% respecto a 1975;²⁾

En el cultivo del arroz se logró la mecanización casi completa de todas sus operaciones; en el año 1985 se produjeron 500 Mton de arroz en 2/3 del área cultivada en 1970, lo que representó un incremento de la productividad del 40% en estos años;²⁾

En el último quinquenio la producción de cítricos creció en un 40%;²⁾

En el quinquenio 81-85, el parque de maquinaria agropecuaria creció un 5% respecto al anterior quinquenio²⁾.

Es necesario subrayar que, antes del triunfo de la Revolución, la economía cubana dependía de la producción de azúcar, lo que constituía una gran limitación para su desarrollo económico. En la actualidad ha sido posible perfeccionar precisamente esta producción, elevando su base técnico-material, y el nivel de mecanización, hasta crear las condiciones que permiten llevar el proceso de integración a un nivel más elevado.

También se han consolidado altos niveles técnicos en otras producciones como el arroz y la avicultura; los cítricos cubanos encontraron en los países europeos del CAME un mercado amplio y seguro. Aún en el tabaco, que es un cultivo de difícil mecanización, se identificaron criterios de integración, todo esto permite fortalecer importantes complejos ramales en la economía cubana, aun cuando no hayan madurado todas las condiciones para la creación de un complejo agroindustrial nacional.

²⁾ Calculado a partir de datos del Anuario Estadístico de la República de Cuba para el año 1985 (este signo mantiene su significado en todo el trabajo).

1.2 Papel de la industria azucarera en la formación de complejos agroindustriales en Cuba

Aunque ya en el siglo XVI en Cuba se producía azúcar, a partir de la caña de azúcar, es a mediados del siglo XVIII que llega a Cuba la tecnología necesaria para garantizar la base técnico-material para un desarrollo definitivo y arrollador de la industria azucarera coincidiendo, además, con el desarrollo del comercio de esclavos que proporciona la fuerza de trabajo imprescindible.

Desde entonces la industria azucarera se desarrolló como producción a gran escala, que pronto se extendió hacia el centro del país, y en el siglo XIX llegaba hasta la actual provincia de Cienfuegos. Su avance hace que se forme una red de asentamientos pequeños, comunicados entre sí por una densa red vial, necesaria para la transportación de la caña de azúcar y del azúcar crudo.

La industria azucarera (plantaciones e industria) pertenecía a la burguesía nacional, que realizó grandes esfuerzos en el perfeccionamiento de la tecnologías de producción del azúcar y de la selección de mejores variedades de caña de azúcar; que además trató de integrarla con la producción de envases (entonces el azúcar se envasaba en cajas de madera), la refinación, la producción de derivados y su transportación a Europa. Estos primeros intentos de integración y diversificación de la industria azucarera fracasaron debido a la introducción, por parte de España, de regulaciones comerciales destinadas a impedir el desarrollo económico de sus colonias.

España fue el único país colonialista europeo que no desarrolló en su territorio, una industria refinadora para el azúcar crudo producido por sus colonias. Cuando por fin España levantó la prohibición de establecer refinerías de azúcar en Cuba, ya los EEUU habían desarrollado una poderosa industria refinadora de los crudos cubanos, para la que establecieron barreras proteccionistas, que le cerraron el paso al refino cubano.

La producción de embalajes y la transportación del azúcar quedaron en manos de la burguesía comercial española, que utilizó estos recursos para frenar el impetuoso desarrollo de la burguesía nacional en las colonias. Por otro lado como España no disponía de una marina mercante capaz de transportar todo el azúcar cubano a Europa, ni permitía la existencia de una marina mercante cubana, autorizó el uso de barcos de la marina mercante norteamericana, con lo que introdujo un segundo factor de dependencia en el comercio exterior cubano [105, p.21-36].

Analizando estos elementos se comprende de qué forma en la etapa colonial se sientan las bases de un proceso de dependencia económica y subdesarrollo, que culminó con la penetración directa de los EEUU en la economía cubana en su etapa republicana hasta el triunfo de la Revolución.

En los primeros años del siglo XX termina el proceso de expansión de la industria azucarera hacia el este, hasta cubrir toda la isla; las empresas norteamericanas ocupan fundamentalmente la región oriental del país, terminando la construcción de su último central en 1924; de modo que al triunfo de la Revolución, el central azucarero más moderno tenía 35 zafras en su haber. Podemos concluir que hacia 1959 la industria azucarera en Cuba era una industria envejecida, de la cual comenzaban a retirarse los capitales norteamericanos, para dirigirse hacia otras actividades más lucrativas, como la extracción de níquel.

A comienzos de la segunda mitad del siglo XIX se produce una separación de la propiedad de las tierras donde radican las plantaciones de caña de azúcar y de los centrales azucareros, coexistiendo, relaciones de producción capitalistas en la industria y relaciones de producción con fuertes rezagos feudales en la agricultura cañera, donde además, no se había introducido ningún tipo de mecanización. Al triunfo de la Revolución la mecanización del cultivo y cosecha de la caña de azúcar se convirtió en un objetivo de primer orden, ya en 1985 el corte de la caña de azúcar estaba mecanizado en un 62% y el alza en un 90%, lo que permitió reducir la fuerza de trabajo para el corte manual al 20% respecto a la utilizada en 1970 para la producción de un volumen similar de azúcar [69, p.4-5]. El país alcanzó estos niveles de mecanización gracias a grandes esfuerzos no sólo en el diseño y construcción de los equipos idóneos, sino también en todo el proceso tecnológico-cultivo, corte, transporte y fabricación del producto terminado (azúcar crudo).

El proceso de mecanización en la cosecha de la caña de azúcar comenzó con la introducción de máquinas alzadoras en el corte manual. En esta época se crearon centros de acopio, a donde se conduce la caña para su limpieza y corte en trozos, de forma mecanizada. Poco después se introducen las combinadas, que cortan la caña, le quitan el cogollo y la cargan al camión que la lleva al centro de acopio donde termina el proceso de limpieza. Este alto grado de mecanización permitió elevar bruscamente la productividad del trabajo.

Estas combinadas fueron construidas en un trabajo conjunto de ingenieros cubanos y soviéticos, los primeros conocían las características de la caña de azúcar, pero no tenían antecedentes de la construcción de este tipo de equipo; los soviéticos experimentados constructores de cosechadoras, nunca se habían enfrentado a un cultivo como la caña. Así en el marco de la colaboración científico-técnica entre ambos países se solucionó esta compleja tarea.

Actualmente Cuba produce 600 combinadas al año [75, p.237] y el corte mecanizado en lo fundamental está resuelto. El centro de atención se desplaza a las condiciones físicas del terreno para garantizar la mayor eficiencia de la mecanización. Al inicio de la mecanización fue necesario acondicionar los terrenos, nivelarlos, limpiar el área de las plantaciones de piedras y tocones, que no eran obstáculos para el laboreo manual. En la actualidad pasa a un primer plano la

determinación de los regímenes óptimos de riego y drenaje de acuerdo a las características de las parcelas [79] y la distribución óptima de las variedades por plantaciones.

En la época republicana y antes del triunfo de la Revolución, la burguesía azucarera cubana y las compañías norteamericanas hicieron intentos de desarrollar una industria de derivados de la caña. Así en la década del '50 se construyen plantas para la producción de cera cruda a partir de la cachaza; de papel y tableros a partir del bagazo; de levadura torula y alcohol a partir de la miel final, intentos que no contaron con apoyo oficial. La fábrica de cera cruda exportaba su producción a los EEUU, donde era refinada y las plantas de tableros no alcanzaron los volúmenes de producción proyectados.

Al triunfo de la Revolución, se planteó la tarea de desarrollar las producciones derivadas de la caña de azúcar, con este fin se fundó el ICIDCA, cuyas investigaciones en este campo permitieron que ya en el quinquenio 76-80 el país contara con plantas para producciones derivadas que recibieron importantes asignaciones en el plan de inversiones de ese quinquenio. También se fundan otros institutos de investigación dedicados al estudio de la caña de azúcar (INICA), de tecnologías para la producción de azúcar (ICINAZ), etc.

El desarrollo de los derivados de la caña ha sido objeto de permanente interés por parte del PCC, así, en todos sus Congresos se le dedicó especial atención. En el Primer Congreso del PCC se planteó la idea de emplear la industria azucarera como base para la obtención de proteínas y otros productos alimenticios para la ganadería, y a la obtención de celulosa y madera artificial a partir del bagazo [70, p.16-17]. También fue planteada la tarea de avanzar en el desarrollo integral de la economía nacional cerrando ciclos productivos [70, p.11].

En el Segundo Congreso del PCC entre los objetivos centrales del quinquenio 81-85, se señaló la necesidad de fortalecer el proceso de integración de la economía nacional, haciendo hincapié en la sustitución de importaciones [71, p.35]. Se indicó la necesidad del desarrollo de producción de derivados de la caña de azúcar, planteando la creación de nuevas capacidades, sobre todo para aquellos productos que pudieran encontrar demanda en el mercado internacional [71, p.81].

En el Tercer Congreso del PCC se señalaron las inconsistencias en la política de desarrollo de los derivados de la caña de azúcar [69, p.32], así, en los lineamientos para el desarrollo socioeconómico del quinquenio 1986-1990 se prioriza el programa de desarrollo de derivados de la caña, y se indican las producciones concretas las que debe prestarse especial atención, debido a la influencia decisiva que tienen para otros sectores de la economía, como la química, ganadería, etc. [72,p.16,74].

La inconsistencia en la política de desarrollo de los derivados en la industria azucarera hasta 1985, hizo que no se obtuvieran los resultados esperados. A continuación los niveles alcanzados de aprovechamiento de las capacidades instaladas de algunas producciones derivadas:

Levadura Torula.....50 %
 Alcohol.....75 %
 Tableros.....40% [120].

Estas cifras evidencian que los esfuerzos realizados para el desarrollo de las producciones derivadas de la caña no se habían materializado, en lo fundamental por la no compatibilización de las inversiones con el aseguramiento de la materia prima. Por ejemplo, en el quinquenio 76-80 se llevaron a cabo grandes inversiones para ampliar las tres plantas de tableros existentes y construir otras tres nuevas, llevando la capacidad instalada en el país a 275 Mm³ [95]. Sin embargo no se incluyeron las inversiones necesarias para garantizar el abastecimiento a las plantas de otros insumos necesarios para el proceso de producción, lo que creó verdaderos cuellos de botella en la industria cuando estos insumos no se han podido comprar o los que se ofertan no responden a los requerimientos técnicos de las plantas. En el caso de los tableros ha faltado el revestimiento, mientras que el tablero recubierto duplica su valor en el mercado exterior, por otro lado, la falta de papel melaminado también afecta la producción de muebles, cuyas fábricas en 1986 sólo recibieron la tercera parte de los tableros revestidos que necesitaban [114].

Las causas de estas dificultades, comunes a todos los derivados, podemos buscarlas en criterios estrechos de planificación ramal y deficiencias de un Sistema de Dirección de la Economía que no tiene ajustados los mecanismos para subordinar los intereses ramales a los de la economía nacional, ni ha podido introducir de la planificación por programas objetivos integrales en la economía.

Así, cuando se introdujo en el país un mecanismo fuerte de estímulo al ahorro de combustible, en la industria azucarera dio lugar a una política radical de utilización del bagazo como combustible en los centrales azucareros y en todas las industrias subordinadas al MINAZ, relegando la producción de derivados del bagazo a la eventual existencia de excedentes de este subproducto.

Debe señalarse que siempre fue costumbre utilizar el bagazo como combustible en los centrales azucareros, persiguiendo dos objetivos: disminuir los costos de producción del azúcar, y destruir un residuo voluminoso. De modo que nunca existió una necesidad aguda de proyectar y construir sistemas energéticos eficientes que ahorraran bagazo, ya que el productor de azúcar prefería deshacerse de todo el producido. Esta práctica, por otro lado, contribuye a contaminar el medio, por ello, en la actualidad además de diseñar sistemas energéticos más eficientes es necesario investigar las posibilidades de producir derivados a partir del bagacillo.

Actualmente, los eventuales excedentes de bagazo destinados a la producción de derivados se encuentran dispersos en pequeñas cantidades por todo el territorio de las provincias, es necesario recogerlo y trasladarlo hasta la industria transformadora, con un notable incremento en los costos de producción de estos derivados; por lo que consideramos que es necesario tomar medidas que permitan estabilizar el abastecimiento a estas fábricas con suficiente materia prima de la calidad requerida y la disminución de los gastos de transportación injustificados. Así se observaría el criterio de minimizar los gastos totales del país para la producción del producto final del CAI.

La estructura de las exportaciones del país evidencia su condición de monoexportador, Cuba sigue exportando productos agropecuarios y semielaborados, como el azúcar crudo que constituye el 75% del valor total de sus exportaciones, aunque apenas llega al 7% del PSG²). Esta dependencia que presentan, no sólo Cuba, sino todos los países en desarrollo productores de azúcar, les crea una situación financiera crítica, agravada por el hecho de que los EEUU y la CEE, hasta hace poco grandes importadores de azúcar, comenzaron a subsidiar a sus productores internos de azúcar y establecer barreras proteccionistas. Adicionalmente EEUU favorece el desarrollo de la producción de otros edulcorantes, en 1985 en el mercado interno de EEUU el precio para el azúcar crudo fue 1,8 veces mayor que el del sirope de maíz [107]. De modo que no sólo se cierran estos mercados tradicionales, que en este último quinquenio se hicieron autosuficientes, sino que además colocan sus excedentes en el mercado mundial a precio de dumping, un ejemplo son los propios EEUU que han llegado a vender azúcar a precios cuatro veces por debajo del costo de producción [83].

El incremento de la producción de azúcar en el quinquenio 1981-1985 dio lugar a una saturación del mercado que mantiene los precios muy deprimidos, tanto que en mayo de 1985 llegaron hasta 55,55 US\$/T [74] (Ver figura 1). Esta situación fue analizada por los países exportadores de azúcar en la XX reunión de GEPLACEA, donde se elaboró un programa de acciones conjuntas en tres direcciones fundamentales: luchar por la elevación de los precios; buscar vías para elevar la eficiencia industrial y reducir los costos de producción; lograr que sus miembros alcancen una amplia diversificación, aprovechando al máximo las potencialidades de la caña de azúcar [112].

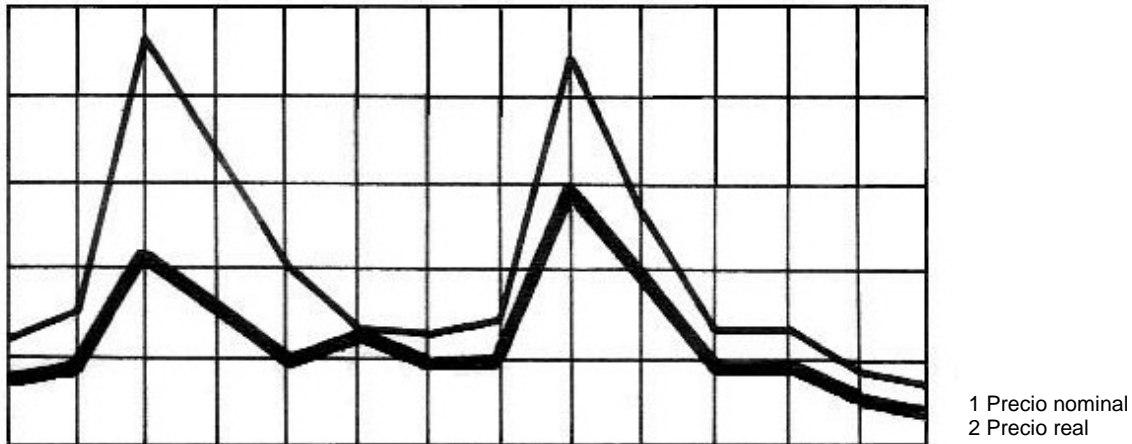


Figura 1 Dinámica de precios del azúcar crudo en Mercado Mundial (\$/ton)

Fuente: Granma, 12.11.86

La experiencia de Cuba en la industrialización de los derivados de la caña de azúcar permite señalar que para lograr este propósito es necesario resolver los siguientes problemas:

Transformar la propia industria azucarera, ya que su tecnología ha evolucionado tan lentamente que no permite disminuir significativamente los costos de producción, y sin embargo, los precios del azúcar crudo en el Mercado Mundial, después del quinquenio 1976-1980, cayeron por debajo del costo medio mundial de producción [68, p.15] y no se han recuperado. Por ello la transformación que proponemos de la industria azucarera debe llevarse a cabo a gran escala, basándose en una concepción de integración que permita obtener diferentes productos de la caña de azúcar, de un modo que se garanticen los requisitos para la producción de todos ellos.

Transformar la agricultura cañera, hasta convertirla en una actividad eficiente, con altos rendimientos y un alto nivel de mecanización. Es decir, dar un paso decisivo en este sentido por la vía del desarrollo intensivo, obteniendo mayor cantidad de caña sin incrementar el área destinada a su cultivo, e incluso considerando la posibilidad de reducir o excluir su cultivo en terrenos con menores rendimientos, que pueden dedicarse a otros cultivos, acordes con las vocación del suelo.

Establecer una política única para la utilización de los subproductos de la industria azucarera, considerando la minimización del costo del producto final del CAI azucarero a nivel de la Economía Nacional. De modo que, si el productor de azúcar crudo tiene alguna afectación económica por no emplear bagazo como combustible, ésta debe compensarse en el marco de la integración agroindustrial, a través de mecanismos de cálculo económico para cada complejo particular.

Disponer de recursos financieros suficientes para enfrentar el alza continuada en los precios del equipamiento para las nuevas industrias de derivados y la modernización de los centrales azucareros.

Es necesario subrayar que para los países en vías de desarrollo, productores de azúcar, no es fácil disponer de estos recursos cuando los precios del azúcar son cada vez más bajos. Pero además, estos nuevos productos deben colocarse en el Mercado Mundial, donde competirán con producciones similares de países industrializados. Todavía más difícil resulta, desde luego, disponer de recursos para establecer producciones de las siguientes generaciones de derivados, cuyas tecnologías son aún más sofisticadas y caras.

Sin lugar a dudas, entre los países en vías de desarrollo exportadores de azúcar, Cuba tiene condiciones objetivas privilegiadas para alcanzar un alto nivel de diversificación en su industria azucarera. Por un lado las ventajas de una economía planificada, basada en de la propiedad social sobre los medios de producción, por otro su participación en los programas de integración económica del CAME, y sobre todo por las relaciones de intercambio tan favorables con que comercializa sus productos con los países miembros del CAME y en particular con la URSS. (Ver figuras 2 y 3).

Todo esto le permite, en la actualidad, disponer de cuadros calificados, base investigativa y créditos blandos para obtener el equipamiento necesario que le ofrecen los países del CAME, donde además cuenta con un mercado seguro para sus derivados.

Un país exportador de azúcar que logre superar los obstáculos para a la diversificación de la producción a partir de la caña de azúcar amplía sus perspectivas de desarrollo, por un lado la elevación de la eficiencia de la industria azucarera como tal, con la consolidación de un complejo agroindustrial azucarero, y por otro lado, la posibilidad de establecer una base alimentaria para la ganadería con productos de alto valor nutritivo.

A partir de derivados primarios puede desarrollarse también una importante industria química, en particular, Cuba cuenta con investigaciones a escala experimental, para la producción de diversos fármacos, incluyendo: vitaminas, sustitutos de plasma sanguíneo, antibióticos, enzimas, compuestos hormonales, resinas, plaguicidas, alcoholes especiales, etc., por los cuales, a su vez, los países en vías de desarrollo deben pagar altos precios.

En su estructura, el Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ) reúne la actividad de la agricultura cañera, la producción de azúcar y de derivados primarios excepto el papel, así como otras actividades de servicio a la producción. De este modo el MINAZ ocupa el 19% de la fuerza

de trabajo industrial y el 37% de la agrícola, le corresponde el 18% de la producción mercantil industrial y posee el 40% de los fondos básicos del sector industrial²⁾.

Al MINAZ le pertenecen todos los centrales azucareros, así como las industrias de procesamiento primario de este crudo y de los subproductos de la industria azucarera, exceptuando las de pulpa, papel y levadura panadera. Actualmente el MINAZ controla 16 refinерías de azúcar, 10 plantas de levadura torula, 13 destilerías (en 9 de las cuales se recupera levadura *Sacharomyces*), 7 fábricas de tableros de bagazo, una de dextrana, una de cera cruda y una de cera refinada y todos los combinados para la producción de piensos a partir de los residuos de la limpieza de la caña.

Al MINAZ también se subordinan 2 institutos especializados que proyectan centrales azucareros y plantas de derivados; 14 talleres de mantenimiento de equipos agrícolas, industriales y de transporte; 11 empresas productoras de piezas de repuesto y de algunos equipos agrícolas e industriales; dos empresas de producción y montaje de equipos electrónicos destinados a la industria azucarera; 11 empresas de construcción y montaje agroindustrial; 2 dos empresas constructoras de micropresas.

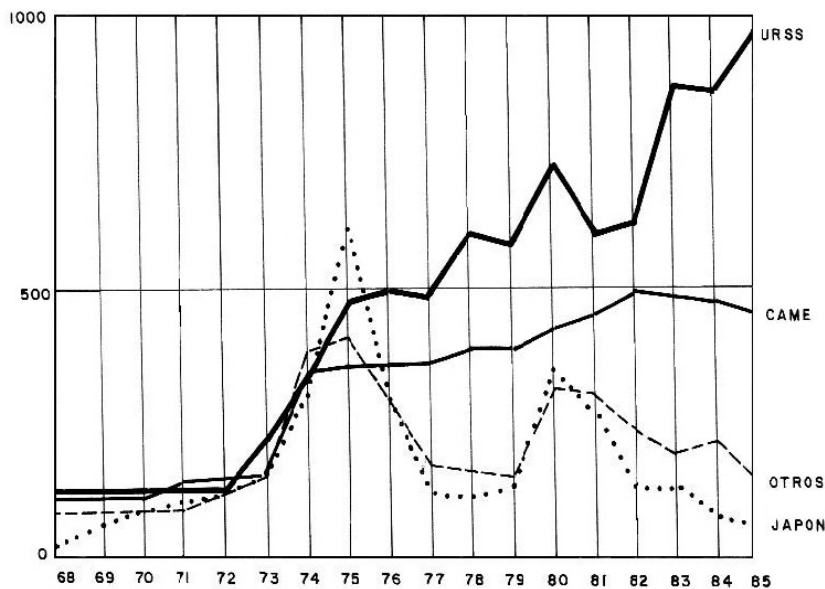


Figura 2. Dinámica de los precios del azúcar crudo en diferentes mercados (pesos)¹⁾

El MINAZ controla todas las tierras que producen caña de azúcar, única materia prima de origen agropecuario en el proceso de producción de azúcar. En 1985 el área de caña ocupaba el 36% de la superficie agrícola del país, y de ella, el 84% era de propiedad estatal, a disposición de las empresas agroindustriales del MINAZ, el área restante pertenecía a cooperativas y pequeños agricultores individuales²⁾.

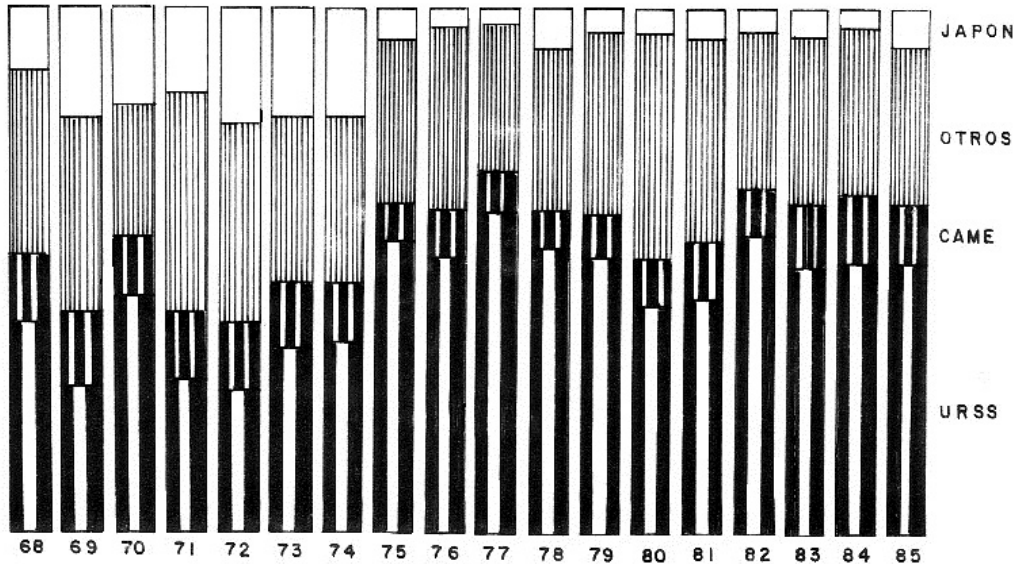


Figura 3. Estructura de las exportaciones cubanas de azúcar crudo (%)¹⁾

Además, el MINAZ cuenta con institutos de investigación; y centros de entrenamiento y de superación profesional, entre ellos, todos los institutos dedicados al estudio de la caña, al proceso de producción de azúcar y de sus derivados, de modo que el MINAZ controla todo el potencial científico-técnico del país relacionado con sus producciones.

El MINAZ tiene a su cargo el acopio, limpieza, transporte y conservación de la materia prima agropecuaria, para ello dispone de una red de centros de limpieza, donde la caña de azúcar recibe un procesamiento primario, para garantizar que la materia prima cumpla con los requerimientos tecnológicos. También dirige cuatro empresas ferroviarias y doce de transporte automotor, que mueven la caña del campo al central, y el producto terminado hasta los almacenes, o puertos, según sea el caso.

El MINAZ también tiene a su cargo el almacenamiento del azúcar y los subproductos, se ocupa de que el bagazo reciba procesamiento primario, cuando esto es necesario para su posterior utilización como materia prima. En cuanto a la actividad comercial, dispone de una empresa mayorista de aseguramiento agroindustrial y otra empresa dedicada a la comercialización del azúcar [76].

La estructura del MINAZ aunque compleja, no se corresponde con la de un CAI azucarero nacional, ya que no incluye la producción de algunos medios de producción, como por ejemplo, las combinadas cañeras. Sin duda esta concentración sirve de base institucional para lograr compatibilizar los diferentes intereses de las partes involucradas en la obtención del producto final del CAI azucarero, desde nuevas posiciones de principio, la minimización de los gastos en este proceso, incluida la producción de los derivados.

1.3 Estructura actual de la industria azucarera

Como se ha señalado, en Cuba no está creada todavía la estructura del complejo agroindustrial azucarero, pero existen empresas agroindustriales que atienden el cultivo de la caña de azúcar, la producción de azúcar crudo y del resto de los derivados de la caña de azúcar, excepto de papel. El análisis de la estructura actual de la producción agroindustrial azucarera permite identificar aquellos problemas que es necesario resolver, para completar la estructura del complejo.

En el gráfico de la figura 4 se muestran las principales producciones factibles de obtener a partir de la caña de azúcar, se trata de una gama muy amplia de productos de gran demanda en la industria química. Allí se identifica, además, el status de cada uno de ellos, las cifras señalan los volúmenes actuales de producción; el signo * indica aquellas producciones posibles a desarrollar antes del año 2000; el subrayado indica aquellos productos con investigaciones tan adelantadas que podrían desarrollarse después del año 2000. (Ver tablas 18-20).

La caña de azúcar es una gramínea cuyo alto contenido de azúcar disminuye con la edad, lo que hace necesario mantener ciclos de demolición y resiembra de las plantaciones; en Cuba este ciclo es de siete años y en ese intervalo cada planta se corta 5 veces, de modo que en cada zafra se procesa alrededor del 75% de toda la caña sembrada [76].

En la fase agrícola del proceso productivo, que termina con el corte y limpia de la caña, se obtienen dos subproductos: el cogollo y la paja, entre ambos suman el 16% del volumen de caña que se corta [99, p.6], en la zafra 84-85 significó un volumen de 12,7 MMT de paja y cogollo. Antes de la Revolución con zafras de 5 MMT de azúcar estos residuos eran del orden de 6,7 MMT; además, con el sistema de corte y limpia manual, estos deshechos quedaban, diseminados en los campos, evitando el enyerbamiento prematuro del terreno y más tarde, al descomponerse, hacían funciones de abono, una pequeña parte de la paja y el cogollo se utilizaba fresca como alimento para los bueyes que tiraban de las carretas de caña.

Después de la Revolución se incrementan los volúmenes de caña molida y crece el volumen de los residuos, con un 62% de corte mecanizado estos se acumulan en los centros de acopio, donde incluso se limpia gran parte de la caña que aún se corta manualmente, llegando a constituir un serio problema su acumulación y ulterior disposición.

En la actualidad estos residuos se emplean, en lo fundamental, para la alimentación del ganado; en los centros de acopio, cercanos a empresas ganaderas, se montan plantas elaboradoras piensos donde trituran los residuos verdes y los mezclan con el resto de los nutrientes que componen su formulación. Durante la zafra, que coincide con los meses más secos del año en Cuba, parte del rebaño se traslada a estos centros de acopio, donde se alimenta; la paja y el

cogollo que no se consumen frescos se ensilan para la alimentación del ganado fuera de zafra [108, 109,110].

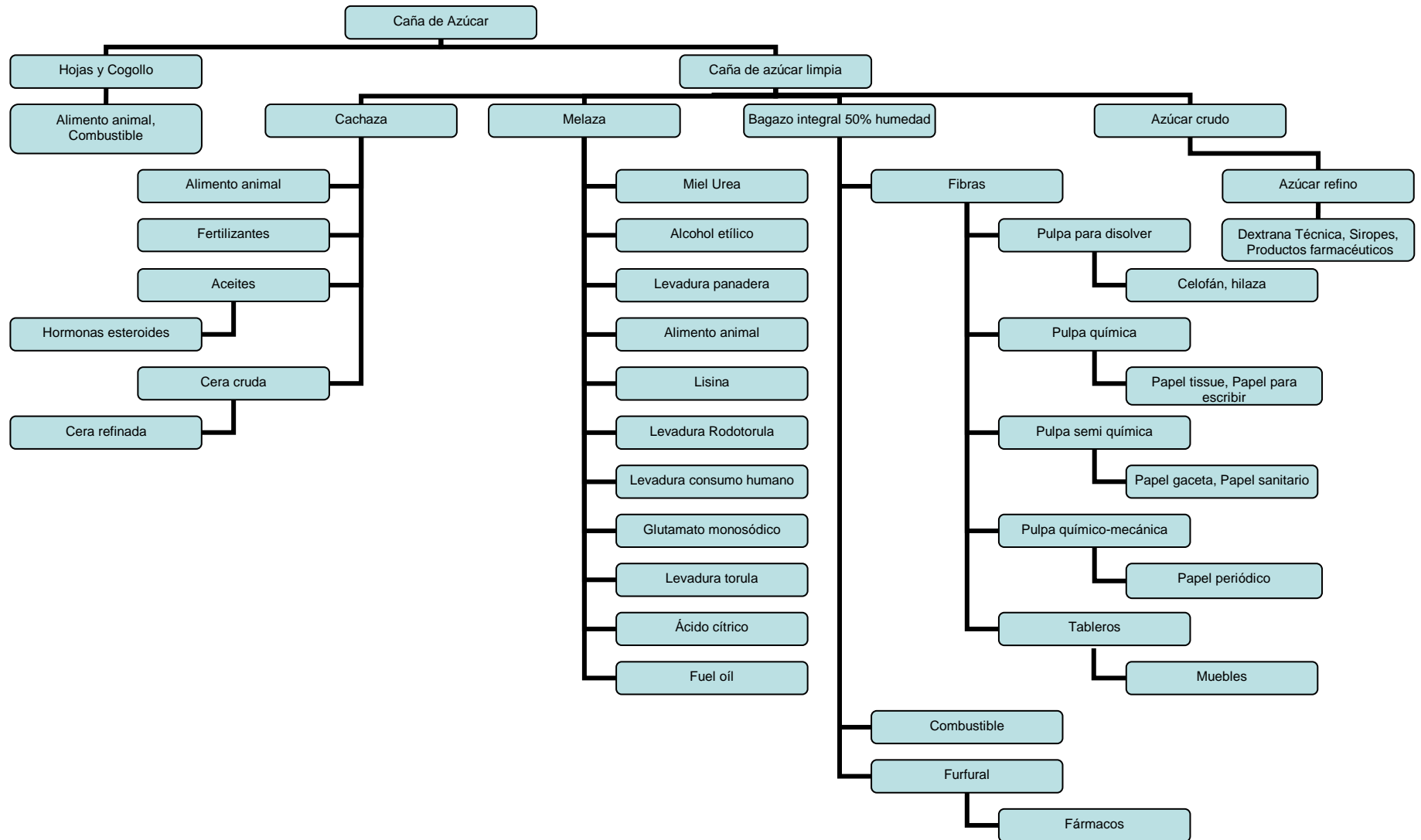


Figura. 4 Esquema de la producción de los principales derivados de la caña de azúcar

En el proceso industrial para la producción del azúcar crudo se obtienen tres subproductos:

BAGAZO INTEGRAL con 50% de humedad, éste es el residuo fibroso que queda después de extraer el jugo de la caña, y llega a ser un 25% del volumen de la caña molida; está formado por fibra y meollo, ambos tienen una composición química análoga, pero diferente estructura física. Mientras que la primera es una fibra similar a la de la madera, aunque más corta, la segunda es un tejido formado por células que no están completamente enlazadas, lo que le proporciona excepcionales propiedades absorbentes; debido a esto, ambas fibras deben separarse para emplearlas según sus características [97, p.20]. El uso más extendido, entre los países en desarrollo productores de azúcar, para el bagazo es como combustible, que por un lado les permite deshacerse de un residuo incómodo, y por otro, contribuye a disminuir los costos de producción, como ya se había señalado

El valor calórico neto del bagazo se calcula en función de su humedad según la relación:

$$\text{VCN}=4\ 250 (1.0 - 1.14w) \qquad (1.1)$$

donde:

VCN, valor calórico neto (Kcal/Kg)

w, fracción de agua en el bagazo

Según esta expresión, el bagazo integral con 50% de humedad tiene un valor calórico neto de 1 825 kcal/kg, seco a un 30% de humedad tendrá 2 795 kcal/kg, de modo que en términos de combustible equivalente (CE), una tonelada de bagazo integral con 50% de humedad equivale a 0,18 ton de CE y con 30% de humedad equivale a 0,28 ton de CE, así una ton de petróleo se puede sustituir por 5,4 ton de bagazo integral con 50% de humedad o por 3,5 ton con 30% de humedad³⁾

Cuba emplea la mayor parte del bagazo como combustible, en el año 1985 se utilizó sólo el 6% del bagazo producido en la zafra 84-85 para la producción de papel y tableros [76]. En ese año la producción total de papel llegó a 120,2 Mt y la de tableros a 73,4 Mm². Los centrales azucareros que abastecen de bagazo a estas empresas, están equipados para desmeollar el bagazo cuando esto sea necesario, y utilizan el meollo en la elaboración de piensos.

MIEL FINAL, es un líquido oscuro y viscoso, residuo del proceso de cristalización, que equivale al 4% del volumen de la caña procesada, tradicionalmente se ha utilizado como alimento animal y

³⁾ Considerando el contenido calórico del petróleo 9 800 kcal/kg.

para la producción de rones, aguardiente y combustible doméstico, o la exportación. Antes de 1959 las proporciones entre estas producciones dependían de los precios de la miel en el Mercado Mundial, de ahí que ninguno derivados lograra el debido desarrollo. Después del triunfo de la Revolución se ha utilizado la miel para crear una base alimentaria nacional para la ganadería, así las producciones tradicionales de alimento animal han crecido a una forma cualitativamente superior: se producen piensos con formulaciones nacionales y levadura torula, que es una fuente de proteínas para la alimentación de cerdos y aves, además de constituir un producto exportable.

La producción de alcohol ha crecido, se han modernizado las destilerías, donde se está recuperando levadura *Sacharomyces* para la alimentación avícola, en las nuevas destilerías se recupera CO₂.

CACHAZA con 70% de humedad, éste es un residuo del proceso de purificación del jugo de la caña, tiene forma de torta y equivale al 3,6% del volumen de caña molida. Tradicionalmente se utilizó como fertilizante acondicionador del suelo, aunque de difícil manipulación debido a su alto contenido de agua, a las afectaciones al medio por el olor y a su elevada alcalinidad, por lo que requiere de una adecuada dosificación. Sólo en el pasado quinquenio se encontró la forma de utilizarlo como alimento para el ganado.

En el país existían tres plantas para producir cera cruda a partir de la cachaza, esta cera se exportaba a los EEUU donde era refinada; en la actualidad existe una planta con una capacidad total de 30 ton/a de cera refinada y está en construcción otra con capaz de producir 500 ton/a de cera refinada y 120 ton/a de cera cruda.

Como puede observarse, en el país crecen las capacidades para la producción de derivados de la caña de azúcar. Esta tarea comenzó en 1963 con la fundación del Instituto Cubano de Investigación de la Caña de Azúcar (ICIDCA), que tiene a su cargo la creación de una base científico-investigativa en este terreno. Sus principales líneas de trabajo son: crear una base alimentaria nacional; sustituir importaciones y crear nuevos rubros exportables destinados a los países miembros del CAME.

Aunque la industria azucarera está extendida por todo el país, su estructura no es homogénea en todas las provincias, ni por las características de sus centrales, (Ver tabla 1 y figura 5) ni por el peso de la industria azucarera en la producción industrial del territorio (Ver tabla 2 y figura 6), así los centrales se clasifican en tres categorías, según su capacidad diaria de molida:

- pequeños, hasta 3 450 t/d de capacidad.
- medianos, entre 3 450 t/d y 7°000 t/d de capacidad.
- grandes, mayores de 7 000 t/d de capacidad.

Tabla 1. Características de la industria azucarera en 1985²⁾ (porcientos)

Provincia	No. Centrales			Capacidad			Producción		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	60	40	0	40	60	0	50	50	0
La Habana	69	25	6	48	34	18	51	35	14
Matanzas	70	25	5	50	38	12	50	41	9
Villa Clara	81	19	0	71	29	0	72	28	0
Cienfuegos	50	50	0	36	64	0	39	61	0
Sancti Spíritus	67	22	11	38	25	37	38	24	38
Ciego de Ávila	11	33	56	3	21	76	4	22	74
Camagüey	22	64	14	9	62	29	8	65	27
Las Tunas	0	17	83	0	8	92	0	9	91
Holguín	10	60	30	6	43	51	6	51	43
Granma	73	27	0	52	48	0	64	36	0
Santiago de Cuba	63	25	12	40	33	29	48	33	19
Guantánamo	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Cuba	56	31	13	32	37	31	34	37	29

Tabla 2. Rendimientos agrícola e industrial en 1985²⁾.

Provincia	Rend. Agric T/Ha	Rend.Ind %
Pinar del Río	54,1	11,1
La Habana	65,2	11,6
Matanzas	54,3	12,2
Villa Clara	50,2	12,7
Cienfuegos	51,7	12,1
Sancti Spíritus	43,8	12,3
Ciego de Ávila	48,3	11,9
Camagüey	50,2	11,9
Las Tunas	44,7	12,1
Holguín	45,5	11,6
Granma	51,8	11,7
Santiago de Cuba	45,5	12,2
Guantánamo	45,8	12,0
Cuba	50,0	12,0

El rendimiento industrial de los centrales azucareros se mide por el porcentaje que representa el volumen de azúcar producido respecto al volumen de caña molida. En el año 1985 el contenido promedio de azúcar en la caña, medido en el campo, fue del 13,7% [76], mientras que el rendimiento industrial promedio fue del 12% [75, p.229]. Esta diferencia se debe a que no toda la

caña se muele en el momento de su máximo contenido de azúcar, también a demoras en la entrega de caña; a exceso de materias extrañas en la caña; y a la eficiencia con que la fábrica opera, una operación deficiente ocasiona pérdidas de azúcar, ya sea porque ésta no cristaliza o porque no se recupera todo el azúcar que cristalizó.

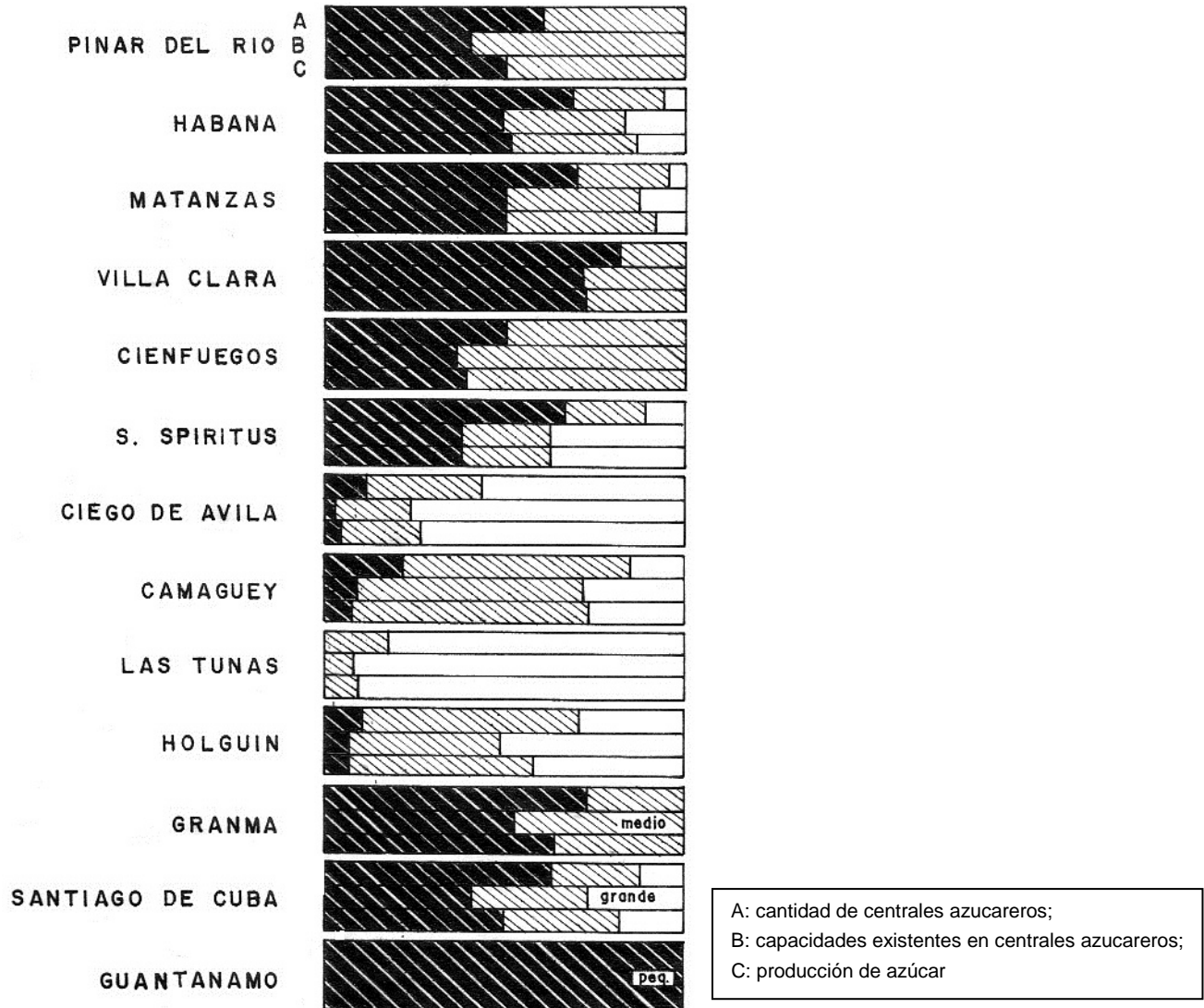


Figura 5. Distribución de la industria azucarera en 1985 ²⁾ (%)

Los centrales pequeños constituyen el 56% de las fábricas de azúcar del país, cuentan con el 32% del total de la capacidad instalada y en 1985 produjeron el 34% del azúcar; se concentran, fundamentalmente, en seis provincias: La Habana, Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Granma y Guantánamo, representando el 78% de todos los centrales pequeños. No representan un problema desde el punto de vista de su dirección, sin embargo limitan las posibilidades de desarrollo de los derivados del bagazo debido a su pequeña producción de bagazo, tampoco constituyen un factor compulsivo para la elevación de la eficiencia agrícola, ya que en su mayoría

han encontrado la solución al abasto de caña por la vía extensiva. Para los centrales medianos y grandes esta salida es prohibitiva, y para abastecerse deben pasar a una vía intensiva de desarrollo, buscando la elevación de los rendimientos agrícolas con la introducción de logros de la ciencia y la técnica. (Ver tablas 33 y 34)

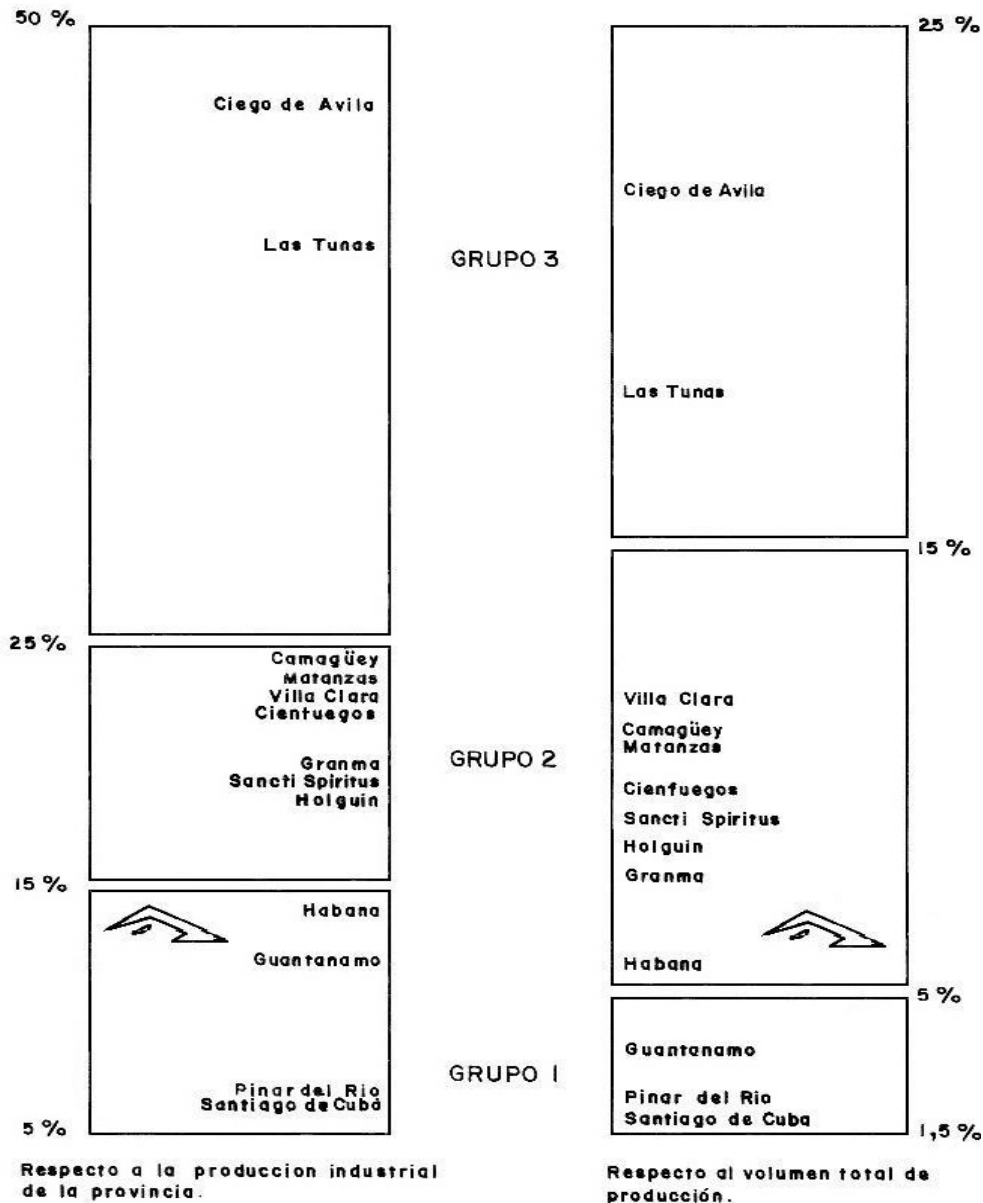


Figura 6. Peso de la producción de azúcar en las provincias²⁾ (%) [76]

Los centrales medianos y grandes que constituyen el 44% de los centrales del país, cuentan con el 68% de la capacidad de producción total instalada y produjeron en 1985 el 66% del azúcar; estos centrales se concentran en cuatro provincias: Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas y Holguín que acumulan entre todas, el 51% de los centrales de estas dos categorías. En 1985 hay una falta de correspondencia entre la capacidad instalada y la producción en los centrales

medianos, en las provincias de Pinar del Río y Granma debido a que en 1984 se pusieron en marcha nuevos centrales medianos, que todavía no han alcanzado su capacidad máxima de molida.

En el gráfico de la figura 6 se aprecia que la producción de azúcar en las provincias de Pinar del Río, Santiago, Guantánamo y La Habana tiene un peso insignificante, en las tres primeras la posibilidad de ampliación de las plantaciones de caña de azúcar está limitada por las condiciones naturales de los suelos, mayormente mal drenaje, salinidad y relieve ondulado; en La Habana las posibilidades de ampliación compiten con la necesidad de la producir alimentos para la población, además que en estas provincias se encuentra cerca del 30% de los centrales pequeños del país.

Consecuente con lo anterior las provincias de Pinar del Río, Santiago y Guantánamo no cuentan con un desarrollo de la industria de derivados (sólo existe con una refinería de azúcar y una destilería); sin embargo, la provincia La Habana cuenta con tres refinerías de azúcar, tres destilerías, dos fábricas de tableros y dos plantas de levadura panadera.

En las provincias de Ciego de Ávila y Las Tunas, sin embargo, la industria azucarera juega un papel importante en ambas economías, poseen el 53% de los centrales grandes del país, aunque al norte y sur de Las Tunas hay suelos con mal drenaje que afectan los rendimientos. Entre ambas provincias cuentan con una refinería de azúcar, una destilería, tres fábricas de tableros, cuatro plantas de levadura torula y una de cera.

Las provincias restantes se caracterizan por una participación muy pareja de la industria azucarera en sus economías, aunque pueden diferenciarse dos grupos, en uno están las provincias de Sancti Spíritus, Granma y Holguín donde esta participación representa casi el 10% de la economía de cada una de ellas, cuentan, en lo fundamental, con centrales pequeños (50%) y medianos (37%), también cuentan con establecimientos para la producción de derivados: tres de levadura, dos de papel de escribir, tres refinerías de azúcar y tres de alcohol. Al segundo de estos grupos pertenecen Cienfuegos, Villa Clara, Matanzas y Camagüey con una participación algo mayor del 10% de la industria azucarera en la economía de la provincia, todas ellas reúnen el 58% de los centrales pequeños del país y el 52% de los medianos, los terrenos al norte de Villa Clara presentan problemas de drenaje, con la correspondiente afectación a los rendimientos agrícolas e industriales⁴⁾

En lo que se refiere a la producción de derivados existen seis refinerías de azúcar, cuatro destilerías, dos fábricas de papel, una de dextrana técnica, dos de levadura torula y dos de

⁴⁾ La salinidad y el mal drenaje afectan el rendimiento agrícola, además el último entorpece la mecanización de la cosecha y su transportación.

tableros. Resumiendo, sólo dos provincias (Las Tunas y Ciego de Ávila) basan su economía en la industria azucarera, contando con centrales grandes que producen una cantidad de bagazo considerable para el desarrollo de productos derivados.

En las provincias donde existen centrales pequeños y tienen tradición en la producción de derivados, tanto de la miel como del bagazo se puede analizar la posibilidad de concentrar capacidades por la vía de sustituir viejas fábricas pequeñas por nuevas centrales de capacidad mediana, que permitan obtener cantidades de bagazo suficientes para la producción de derivados.

En lo que se refiere a las provincias donde predominan los centrales pequeños como Pinar del Río, Santiago de Cuba y Guantánamo, y también suelos con condiciones desfavorables para el cultivo de la caña de azúcar, tienen dos alternativas, desarrollar la producción de azúcar por la vía altamente intensiva o ceder el terreno a otros cultivos para los cuales esos terrenos sean aptos y ampliar el área de plantaciones en otras provincias con condiciones favorables para el cultivo de la caña de azúcar.

Capítulo 2. METODOLOGÍA Y METÓDICA PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL

2.1 Análisis de los modelos económico-matemáticos existentes para la localización óptima de complejos agroindustriales

En la comunidad socialista se observa una tendencia generalizada a fortalecer la planificación territorial, como una vía para garantizar soluciones integrales a los problemas económicos y sociales; asegurar la mayor racionalidad en el uso de los recursos regionales; y, lo que no es menos importante, lograr en cada región la adecuada proporcionalidad entre las ramas de la economía al balancear la producción social con los recursos empleados en ella.

En Cuba se han dado pasos institucionales en este sentido, en el año 1975, después del I Congreso del PCC, el Instituto de Planificación Física (IPF) quedó adscrito a la JUCEPLAN y se crean dependencias provinciales (DPPF)⁵⁾, subordinadas administrativamente al gobierno de la provincia sede; se aprueban las leyes de planificación que institucionalizan la actividad del IPF como organismo responsable de la distribución de las fuerzas productivas del país [67, p.194]

Todavía queda mucho por hacer en la localización de las fuerzas productivas, el III Congreso del PCC criticó la falta de integralidad en la planificación del desarrollo económico, en particular, fue objeto de crítica la concepción del proceso inversionista, donde primaban criterios ramales a expensas de los de la economía nacional en su conjunto. En este mismo foro se exhortó a optimizar el uso de los recursos de todo tipo, a perfeccionar el sistema de planificación con la elaboración de programas integrales, orientados a lograr objetivos concretos.

Para el perfeccionamiento de las proporciones territoriales de la producción, en el proceso inversionista, es necesario lograr la adecuada compatibilización entre los intereses ramales y territoriales, que permita tener en cuenta los criterios territoriales en la planificación del desarrollo y distribución de las fuerzas productivas.

Este enfoque, en la planificación de la Economía Nacional, trae a un primer plano la necesidad de llevar a cabo estudios relacionados con la elaboración del Esquema de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas (EDDFP), que deberá ser el principal documento científico a utilizar en la ulterior confección de los planes de desarrollo económico del país. Para que el EDDFP cumpla

⁵⁾ El IPF se fundó como un departamento del Ministerio de la Construcción, donde se de elaboraban proyectos urbanísticos, después pasó a ocuparse también de proyectar los nuevos desarrollos agropecuarios y de realizar estudios de localización para nuevas industrias.

con el objetivo planteado es necesario que esté científicamente fundamentado, que en su elaboración sean considerados los nexos entre todos los niveles de planificación, estableciendo la responsabilidad de cada una de las organizaciones involucradas.

Elaborar un EDDFP que cumpla con todos estos requisitos, implica la necesidad de formular y evaluar numerosas alternativas, de modo que ningún curso de acción posible quede sin examinar; a esto se une, la creciente complejidad de las tareas tradicionales de planificación. Por esto los órganos de planificación han debido asimilar nuevos métodos y tecnologías para la elaboración de los planes y el análisis multilateral de todas las alternativas que les plantea la sociedad.

Un enfoque en que se avanza para la elaboración de planes de desarrollo y localización de las fuerzas productivas del país es el empleo de los métodos económico-matemáticos y la computación. El uso de la modelación económico-matemática conduce a un cambio cualitativo en la organización del trabajo de planificación, respecto a los métodos tradicionales; que exige:

- 1- Describir objetiva y completamente todos los factores que inciden en el problema sobre el que se trabaja; seguir atentamente las tendencias del progreso científico-técnico en esa esfera; determinar la demanda para la producción o el servicio que se estudia así como la disponibilidad de recursos para garantizar esa producción, y las posibles fuentes de abastecimiento; analizar las tecnologías tanto nacionales como extranjeras que puedan ser asimiladas por la Economía Nacional.
- 2- Elaborar los criterios para la comparación de variantes entre sí, de forma tal, que facilite alcanzar el objetivo fundamental de la sociedad socialista: máxima satisfacción de las necesidades materiales y espirituales de los ciudadanos, de acuerdo a las condiciones de la economía nacional en un momento dado.
- 3- Formalizar el problema que se estudia a través de un sistema de ecuaciones (su modelo abstracto), donde se expresan las relaciones cuantitativas esenciales entre los elementos que conforman el problema planteado, y también los nexos de ellos con el resto de la Economía Nacional.

Para la solución de un problema planteado en estos términos, es necesario disponer, de medios electrónicos de cálculo, así como del aseguramiento matemático (software) adecuado. A pesar de que existen instituciones científicas dedicadas a la preparación de software de aplicación general, y también a los estudios teóricos de modelación, es necesario incluir en la actividad de planificación a especialistas de otros campos: matemáticos, analistas de sistema, programadores; también es necesario ampliar la participación de los especialistas planificadores en la utilización de estas disciplinas.

Se han publicado numerosas obras [7, 8, 11, 16, 20, 23, 28, 33, 35, 36, 46, etc.] que incluyen recomendaciones basadas en la experiencia de los autores en la solución de tareas concretas de modelación. En cuanto a su empleo en las tareas de planificación, los especialistas coinciden en señalar las siguientes particularidades:

- 1- El modelo debe reproducir de forma suficientemente clara la estructura del sistema económico que representa, considerando los diferentes objetos de planificación, las relaciones fundamentales entre ellos, y definiendo correctamente los parámetros de control; además, debe considerar el flujo de recursos de todo tipo: materiales, laborales, financieros, etc.
- 2- El modelo debe reflejar, de forma exacta, las condiciones que obligatoriamente debe cumplir cada elemento controlado, dejando suficiente libertad para describir con el modelo la cantidad de variantes necesaria; además, el planteamiento del modelo debe garantizar la compatibilidad de todos los planteamientos hechos, de otro modo el sistema no tendrá solución.
- 3- El sistema de modelos empleado debe garantizar la comparabilidad de los resultados al resolver diferentes tareas de planificación, mientras se mantengan las mismas condiciones endógenas y exógenas.
- 4- El modelo no sólo debe describir las interrelaciones de los objetos de planificación, sino que también debe reflejar sus relaciones con la economía nacional para una etapa dada.

Científicos de diversos países se han dedicado a la formulación de modelos para la planificación de la Economía Nacional, inicialmente trataron de elaborar un macromodelo que diera respuesta a la elaboración de un plan óptimo de la Economía Nacional en su conjunto, una vez establecida la imposibilidad de su realización práctica, comenzaron a trabajar en un sistema de modelos, que interactuando entre sí, resolvieran el problema por partes.

Este enfoque planteó nuevos problemas teóricos, fundamentalmente en lo que se refiere a garantizar la compatibilidad de las soluciones para los diferentes eslabones económicos entre sí y respecto a la Economía Nacional, manteniendo la prioridad de los intereses globales. En este problema trabajaron diferentes especialistas hasta que en el año 1972 se llegó a la formulación del teorema Aganbeguian-Bagrinovski [7, p.167-181], que propone un conjunto de condiciones que deben cumplir los modelos que conforman este sistema, de forma que se garantice su coherencia interna, y así el sistema pueda ser utilizado en tareas de planificación.

Este enfoque, de la planificación por partes, donde la optimalidad global se garantiza a través de la estructura del sistema de modelos encontró seguidores, se elaboraron sistemas de este tipo para la planificación de ramas complejas, como la Agricultura, este enfoque además facilita la

solución de los programas objetivo, que agrupan algunas ramas fuertemente vinculadas entre sí para la consecución del objetivo propuesto.

Existen todavía pocas experiencias exitosas de elaboración de un sistema de modelos para la planificación de la economía nacional, el logro más significativo parece ser el sistema CMOTP elaborado por el GOSPLAN de la URSS [60, p.77].

Sin embargo existen numerosas experiencias en la elaboración de sistemas de modelos para el desarrollo y localización de diferentes ramas de la economía. En el caso de la Agricultura, Kicelev V. I. [28] propone un sistema de modelos, cuya coherencia interna se garantiza, a través del intercambio informativo entre los diferentes bloques que lo componen, donde todos los bloques del sistema disponen de una base informativa común, a partir de los resultados de los bloques en niveles superiores o equivalentes. Unos bloques informan sobre volúmenes de demanda para los diferentes productos por regiones; otros bloques, a través de sus variables duales, ofrecen valoraciones de los recursos empleados en el proceso de producción agroindustrial.

Este no es el único enfoque al problema del desarrollo y localización óptima del complejo agroindustrial del país, otro enfoque muy utilizado, a pesar de que no garantiza el óptimo global, es el de la planificación por etapas, a través de aproximaciones sucesivas. Cuando inicialmente se resuelve la localización óptima de las ramas del CAI nacional a nivel de grandes agregados, manteniendo desagregadas sólo aquellas producciones de importancia nacional. A partir de estos resultados se establece la estructura óptima de las producciones que conforman el complejo regional. En la tercera etapa se determina la eficiencia de la localización de la producción en los territorios que forman el complejo [65, p.78].

Para la solución de estas tareas se pueden emplear modelos de producción-transporte de tipo interramal e interregional, en los que sólo se considera el incremento de la producción. Para cada etapa en la solución de la tarea se utiliza un criterio propio, los cuales en conjunto responden al criterio general supuesto, de desarrollo de la economía nacional. El país, a partir de los recursos universales disponibles para cada producción en cada región, establece las directivas los volúmenes de producción a lograr y la distribución interregional de los productos necesarios. Cada región, sobre la base de sus criterios, una vez compatibilizados con los generales, tiene la posibilidad de argumentar al nivel superior la inconveniencia de la proposición hecha, y dar elementos para la modificación de su planteamiento en la tarea interregional y proponer nuevas variantes.

Para que funcionen los sistemas de planificación por etapas, es necesario cumplir dos condiciones muy importantes: el uso de una base informativa común y de una dirección metodología única. Si esto no se logra, los resultados parciales no serán comparables entre sí, lo que no permite

optimizar la distribución de los recursos ni garantizar la proporcionalidad más adecuada en la localización de las ramas que se estudian.

Aunque este enfoque no garantiza la obtención del óptimo global, lo que para la planificación a largo plazo no es tan importante como tener la posibilidad de analizar diferentes variantes de localización, relacionadas con diferentes estrategias de desarrollo, lo que permite formular recomendaciones más profundas y prever los cuellos de botella que pueden influir sobre cualquiera de las direcciones de desarrollo consideradas, donde además de balancean todos los factores que influyen en la estrategia estudiada.

Este enfoque para la planificación al largo plazo se puede utilizar para la formación y localización del CAI nacional, así como para la de los CAI especializados nacionales con el empleo de modelos interramales-interregionales [23, p.43-50]. A medida que se reduce el plazo de planificación, es necesario tener en cuenta un mayor número de detalles, como son: el uso óptimo de los abonos minerales; el ciclo óptimo de rotación de los cultivos; la alimentación óptima del ganado en las diferentes épocas del año; la organización de un sistema óptimo de puntos de acopio; y el procesamiento industrial óptimo de los productos agropecuarios [31, p.103-119].

Desde el punto de vista formal los modelos empleados para la solución de los problemas de la formación y desarrollo de los complejos agroindustriales, así como los de la localización industrial, son modelos del tipo producción-transporte, formulados con mayor o menor complejidad, según la tarea concreta que se resuelve, y el plazo para el que se está planificando. En este tipo de modelos se describen las relaciones tecnológicas fundamentales de la producción que se estudia, la disponibilidad de los diferentes recursos, ya sea materia prima, equipamiento especial, o recursos universales, también se relacionan las vinculaciones racionales para la transportación de productos terminados (algunos autores incluyen la transportación de la materia prima) y se propone algún criterio de optimalidad.

Aunque la selección del criterio de optimalidad será objeto de otra discusión, podemos adelantar que el criterio más utilizado en las tareas de planificación a largo plazo, donde se considera la localización de nuevas capacidades productivas, es el de minimizar los gastos totales de la sociedad, en la actualidad la formulación más recomendada es la de los gastos reducidos mínimos.

Estos modelos de producción-transporte se utilizan tanto con variables continuas como mixtas, la elección del tipo de variable depende, fundamentalmente, de la respuesta que se espera del estudio: la variable continua ofrece una solución más limitada, en términos de volúmenes de producción que se deben alcanzar en cada territorio para cada variante tecnológica. Usando variables binarias es posible obtener soluciones más precisas, determinando puntualmente donde

resulta más conveniente desarrollar una cierta variante y el volumen de producción correspondiente.

Sin embargo, la formulación continua de un modelo tiene la ventaja de disponer del algoritmo Simplex, de eficiencia universal, lo que no se puede decir de ninguna otra formulación. El empleo del método Simplex se facilita por la existencia de paquetes de programas, disponibles para todo tipo de MCE, incluidas las personales. Para planteamientos discontinuos existen numerosos métodos de solución, cada uno de ellos resulta eficiente para una determinada estructura de modelo, lo que implica una mayor dificultad para disponer del aseguramiento computacional necesario.

Un inconveniente de los modelos lineales, en su aplicación a los problemas económicos, son las inexactitudes provocadas al suponer la linealidad de relaciones que no lo son, que se agrava porque los algoritmos para la solución de problemas no lineales son aún más específicos. Una solución interesante a esta situación la ofrece M. B. Golubitskaya [23, p.45-46], proponiendo aproximar la relación no lineal por intervalos con funciones lineales para cada intervalo. Los intervalos de aproximación en las relaciones de los costos de producción y de los gastos de algunos recursos respecto al volumen de producción los vincula con las variantes de desarrollo que se estudian.

Los resultados obtenidos en la modelación de la localización de las fuerzas productivas, y en particular del CAI están en la línea de la introducción creativa de estas estructuras; con la identificación de los elementos sujetos a estudio; por el contenido económico de los parámetros utilizados; por la habilidad al establecer las interrelaciones esenciales en el sistema estudiado.

La cualidad más preciada de un modelo es su aplicabilidad, sucede encontrar en la literatura el planteamiento de un modelo con una lógica irreprochable, formalmente correcto y sin embargo no es en lo absoluto utilizable en la práctica, ya sea porque resulta imposible reunir la información que se supone necesaria para ello, o porque no se dispone de un algoritmo adecuado para su solución.

Los países en desarrollo tienen limitaciones para el empleo de modelos económico-matemáticos debido a las condiciones generales a que ya hemos hecho referencia, lo que les dificulta usar de forma óptima sus escasos recursos, fundamentalmente los financieros.

En el caso de Cuba, dentro del sector agropecuario se está aplicando la modelación económico-matemática a la planificación de la gestión empresarial, con mayor fuerza en la industria azucarera, dada su importancia para la economía del país, y la necesidad de mejorar la eficiencia

de su gestión. El MINAZ también trabaja en un sistema de modelos para la elaboración óptima del plan quinquenal.

En lo territorial se destaca el trabajo emprendido por la provincia de Matanzas, utilizando la modelación económico-matemática para elaborar el plan quinquenal de las empresas agropecuarias más importantes de la provincia. Estos estudios se realizan en el marco de un trabajo más ambicioso, el sistema de modelos para la elaboración del plan quinquenal de la provincia.

En Cuba se manifiesta un desarrollo incipiente de la aplicación de estas técnicas, fundamentalmente en la solución de problemas ramales concretos, esta es una etapa necesaria para el dominio de los nuevos métodos antes de pasar a la solución de tareas más complejas de la economía nacional. También se realizan investigaciones en el campo del aseguramiento matemático, por un lado en la línea de algoritmos para la solución de estructuras típicas, y por otro en la búsqueda de algoritmos eficientes para resolver problemas de grandes dimensiones.

La colaboración científico-técnica de Cuba con el resto de los países del CAME, permitirá acortar el período de introducción de la modelación económico-matemática, aprovechando la experiencia acumulada en estos países después de varios decenios de práctica continuada.

2.2 Selección del criterio de optimalidad para la formalización del modelo económico-matemático para la localización de la producción en el complejo agroindustrial.

La formación de complejos interramales, como los complejos agroindustriales especializados, está dirigida en última instancia a elevar la eficiencia de la producción social, ya que se pretenden obtener mayores beneficios para la economía nacional. Para evaluar la eficiencia es necesario comparar cuantitativamente los gastos realizados y los resultados obtenidos para un grupo de producciones interrelacionadas con nexos de combinación y cooperación.

Este enfoque permite resolver el problema del desarrollo y localización de las fuerzas productivas, compatibilizar la actividad de diferentes ramas, si el complejo en su totalidad se concibe en la etapa de elaboración de los planes a largo plazo. La vía idónea, entonces, es la elaboración de programas objetivo, donde la eficiencia de cada variante de desarrollo de una rama determinada se define considerando las alternativas de desarrollo de las otras ramas, que participan con ella en el logro de un objetivo común [10, p.44].

Esto no es posible lograrlo con los métodos tradicionales de planificación, que consideran el desarrollo de cada rama independiente a las demás, influyendo en la eficiencia del desarrollo

económico global. Los métodos tradicionales de planificación están asociados al trabajo manual y compartimentado, a los métodos de balance, etc., consideramos que la medición de la eficiencia es inseparable del estudio de alternativas, por ello, el paso a la planificación por objetivo requiere, en primer lugar, del uso de las MCE, la modelación económico-matemática y el trabajo en equipos multidisciplinarios.

Un programa objetivo debe fundamentarse con el estudio de diversas variantes, ya que la formación de una estructura económica compleja puede lograrse según diferentes variantes de localización de los diferentes productos, sin que sean evidentes las ventajas de una variante sobre las demás. A esto se une la necesidad de compatibilizar los resultados de cualquier problema local o nacional con los intereses más generales de la economía nacional, lo que también contribuye a aumentar la complejidad del problema. Así, resulta necesario disponer de un indicador cuantitativo para evaluar la eficiencia de cada alternativa de localización según el objetivo final del programa.

El objetivo final de un programa, a nivel de la economía nacional, puede estar expresado en términos cualitativos. En Cuba, los objetivos que se esperan alcanzar con el desarrollo de los CAI ramales, y en particular, el complejo especializado de la caña de azúcar son: el abastecimiento a la población con productos alimentarios; el aseguramiento de los fondos exportables tradicionales y la creación de nuevos rubros, también para la exportación; la obtención de nuevas materias primas para la industria; la producción de nuevos productos finales [73, p.97]. En particular, es necesario señalar, que el desarrollo de la industria de derivados de la caña de azúcar es el objetivo de desarrollo más importante del complejo agroindustrial del país, en los próximos años.

Formalizar estos objetivos significa traducirlos a una expresión cuantitativa, de cuya correcta expresión dependerá, en gran medida, la elección de la variante de desarrollo y localización que mejor garantice el cumplimiento de los objetivos planteados. Las expresiones más usadas para este fin son los parámetros y criterios de eficiencia, cuyo empleo permita reflejar más exactamente el cumplimiento de los objetivos planteados, incluyendo los aspectos sociales, económicos y técnicos.

El planteamiento y evaluación de variantes asociadas a la modelación económico-matemática, tiene dos momentos igualmente importantes y laboriosos: la formalización de las condiciones que caracterizan el problema investigado a través de un sistema de ecuaciones, y la elección del criterio para la evaluación de la eficiencia con que cada una de las variantes logra el objetivo propuesto. El sistema de ecuaciones describe las restricciones del problema y define el conjunto de las soluciones factibles; a la función que expresa el criterio de optimización se le llama función objetivo. Para cada función objetivo es posible encontrar la solución óptima correspondiente.

La literatura especializada nos ofrece un conjunto de indicadores, utilizados para medir eficiencia, entre los más importantes están:

1. Crecimiento de la Renta Nacional, este indicador se asocia a la elevación del nivel de vida de la población por la vía del desarrollo de la producción social, sin embargo, no es un indicador confiable para evaluar políticas perspectivas de desarrollo de la producción a nivel nacional, si consideramos que cualquier grado de irracionalidad de la estructura productiva del país, puede dar por resultados un incremento de la Renta Nacional, sin que ello signifique la elevación de la eficiencia en la Economía Nacional.
2. Crecimiento de la productividad del trabajo, este indicador se utiliza para medir la eficiencia del trabajo vivo, ya que expresa el ahorro de trabajo que se logra con cada variante, pero adolece del inconveniente de no permitir comparar las variantes de estructura del complejo multirramal entre sí, debido a las diferencias tecnológicas y los diferentes niveles de rentabilidad de las empresas integrantes del complejo.
3. Los gastos reducidos, tiene dos formulaciones: estática y dinámica, se utiliza como indicador de la eficiencia comparativa. La expresión estática de este indicador es la suma de los gastos corrientes anuales, y los gastos de inversión reducidos por una tasa de eficiencia de las inversiones⁶⁾. En su forma dinámica, los gastos reducidos están formados por la suma de los gastos corrientes para el período de recuperación de la inversión y las inversiones.

El indicador de los gastos reducidos inicialmente tuvo un uso limitado, considerándose que para comparar variantes de localización era necesario la identidad de los parámetros ramales en las producciones estudiadas. Actualmente se concibe que la comparabilidad de las variantes se logra con un nivel único de satisfacción de las necesidades sociales [65, p.25].

Planteado así el problema, este indicador se enriqueció grandemente, ya que puede incluir elementos de diferenciación territorial de gastos, y también puede ser utilizado en la formulación de la función objetivo en los modelos económico-matemáticos de localización de la producción. En la actualidad el criterio de minimizar los gastos reducidos se utiliza en la mayoría de las tareas de desarrollo y localización de la producción [59, p.87], reconociéndole toda una serie de ventajas, como son:

⁶⁾ En Cuba no se cuenta con una tasa única de eficiencia de las inversiones, utilizándose tres tasas para tres grupos diferentes de producciones: industria química, productos de consumo y medios de producción.

- garantiza que la medición de la eficiencia de la localización se haga con un enfoque económico, aún en el caso de los complejos multirramales, con la participación de producciones de distinta naturaleza;
- guarda relación con el indicador general de eficiencia de la producción social, ya que cuentan con una base metódica única de cálculo;
- tiene un sentido económico real, incluyendo los principales indicadores técnico-económicos de las producciones, y está científicamente fundamentado;
- es un indicador sintético, que permite reflejar el total de los gastos en que se incurre en cada posible localización;
- es compatible con los indicadores de planificación y del cálculo económico de las empresas;
- tiene una expresión monetaria, acorde con la existencia de relaciones monetario-mercantiles en la sociedad, las que podemos considerar como parte de los gastos de trabajo socialmente necesario;
- incluye la diferenciación territorial por partidas de gastos, permitiéndole reaccionar a las alternativas de localización en diferentes regiones, con lo que aumenta la calidad evaluativa del indicador para las tareas de localización;
- es sencillo de calcular [64, p.40].

El aspecto más cuestionado para el uso del indicador de los gastos reducidos, como indicador de eficiencia en tareas de desarrollo y localización de la producción, es la elección del coeficiente de reducción. En su cálculo a largo plazo hay muchos elementos de incertidumbre, ya que la dinámica de su comportamiento depende de factores de muy diversa índole, como la distribución de las inversiones por rangos de efectividad, los volúmenes de la acumulación en la economía nacional y de los ritmos planificados de crecimiento del producto final [45, p.235-236].

Cada uno de estos aspectos es un problema complejo de la economía nacional que no está resuelto en el momento que se inician los estudios para definir la eficiencia del desarrollo y localización de la producción a largo plazo; en ésta situación, la salida más utilizada es la de trabajar con variantes para el coeficiente de reducción. La experiencia soviética en la optimización ramal demuestra que para la URSS con un coeficiente de reducción de 0,20, generalmente se obtienen resultados satisfactorios [59, p.83].

A pesar de esta dificultad, se considera que la solución de tareas de optimización a largo plazo, utilizando el criterio de minimizar los gastos reducidos totales mantiene su validez, en tanto que el volumen y la calidad de la producción se considere dada exógenamente, a partir de la demanda

estimada [63, p.132]. En este caso la validez de la solución de la tarea de desarrollo y localización depende mucho del rigor científico empleado en la pronosticación de la demanda.

La validez de la solución de la tarea de localización de la producción depende, también, de los siguientes aspectos regionales: diferenciación territorial en los gastos para la construcción de los diferentes objetos de obra y sus costos de explotación; diferenciación territorial en los gastos para los diferentes recursos y materias primas (agua, tierra, etc.); diferenciación territorial en los gastos de construcción y explotación de la infraestructura productiva; diferenciación territorial en los gastos de inversión y explotación en una localización integral de la producción; diferenciación territorial de los gastos para la creación de la infraestructura social y la vivienda [63, p.29].

En opinión de la autora, si bien existe un cierto grado de incertidumbre en cuanto al valor exacto de los gastos reducidos, no es menos cierto que sus ventajas como indicador comparativo, en las tareas de localización, son incuestionables al sintetizar todo un conjunto de diferencias territoriales, con grandes implicaciones para la eficiencia de la economía nacional. Muy especialmente en la planificación a largo plazo, donde resulta importante analizar las implicaciones territoriales de las posibles líneas de desarrollo antes de tomar una decisión definitiva, es decir, conocer de antemano la dirección de las posibles transformaciones en las estructuras territoriales, ante modificaciones de la estructura productiva del país.

A partir de estas consideraciones es necesario elaborar una metódica de cálculo de uso general que garantice el máximo aprovechamiento de los aspectos positivos de este indicador. En la actualidad el GOSPLAN de la URSS recomienda la utilización de la metódica de cálculo de los gastos reducidos elaborada por Víctor P. Evstigneev [25]. En Cuba, aunque la JUCEPLAN recomienda el uso de este indicador en los estudios de localización [93, p.185], no se cuenta con una metódica aprobada para su cálculo.

En el IPF se han dado los primeros pasos en este sentido, bajo la asesoría del propio Evstigneev se elaboró un primer proyecto de metódica [101], adaptando la original a las condiciones específicas de Cuba y la información estadística disponible. Esta metódica está en etapa de experimentación y hasta el momento se han obtenido resultados muy alentadores, que permiten esperar su ulterior aprobación, una vez que esté suficientemente experimentada y ajustada.

Esta metódica incluye el cálculo de todos los gastos que implica la adopción de una u otra decisión de localización, es decir, no sólo se cuantifican los gastos directos en que se incurre, sino, que también se cuantifican los gastos que cada alternativa de localización ocasiona a otras ramas de la economía nacional, fundamentalmente los gastos relacionados con el empleo de recursos limitados.

Con este mismo enfoque se cuantifican los gastos para la incorporación de la fuerza de trabajo, considerando no sólo los salarios, sino también los gastos en la preparación de especialistas en las diferentes calificaciones necesarias a la producción; la construcción y explotación de la infraestructura social, necesaria para satisfacer las necesidades socioculturales de la fuerza de trabajo empleada; y por último, los gastos para la construcción de la vivienda necesaria, para estos cálculos se consideran los estándares de calidad previstos para esos servicios al final del período para el que se planifica. Precisamente este es el enfoque que la autora considera más conveniente para calcular los gastos necesarios de modo que se garantice a los trabajadores de estas empresas un nivel de vida alto, además de esta forma se están evaluando los gastos para la estabilización de la fuerza de trabajo, lo que siempre influye positivamente en la eficiencia de la empresa.

La metódica propuesta por el Instituto de Planificación Física se basa en el cálculo de los gastos reducidos:

$$GR = C + E_H * I \quad (2.1)$$

donde,

C, costo de producción anual del producto terminado en la empresa que se localiza, incluyendo el costo de transportación hasta los consumidores, para cada una de las variantes que se comparan;

E_H , coeficiente de la eficiencia comparativa de las inversiones;

I, monto total de las inversiones para cada variante a comparar.

El monto total de las inversiones para la localización de nuevas empresas industriales se determina con la fórmula:

$$I = I_{FB} + I_{ind} + I_{NP} + I_{as} \quad (2.2)$$

donde,

I_{FB} , inversiones directas para la creación de fondos básicos;

I_{ind} , inversiones inducidas;

I_{NP} , inversiones para la creación de fondos no productivos;

I_{as} , inversiones para la asimilación del territorio.

A su vez cada uno de estos elementos tiene un contenido definido por las siguientes expresiones.

Las diferencias territoriales en las inversiones directas para la creación de los fondos básicos se determinan con la fórmula siguiente:⁷⁾

$$I_{FB} = K_{CM} * I_{CM} + I_E + O_1 \quad (2.3)$$

donde,

K_{CM} , coeficiente de variación provincial para el costo de los trabajos de construcción y montaje, según sus condiciones sísmicas;

I_{CM} , inversiones unitarias para los trabajos de construcción y montaje, incluyen: los gastos en la construcción de objetos de obra productivos, de objetos de obra de la infraestructura productiva, de almacenes, así como las ampliaciones, modernización y reconstrucción de objetos de obra existentes. Se incluyen, también, las inversiones para el montaje del equipamiento técnico y sus componentes hasta la puesta en marcha de la empresa; así como las inversiones en la construcción de estaciones eléctricas, objetos de obra para el abastecimiento de agua, de aire comprimido y vapor.

I_E , inversiones unitarias en la formación de la parte activa de los fondos básicos de la empresa, esto es el equipamiento. Incluye el valor de todas las máquinas y equipos, los instrumentos necesarios, así como el equipamiento que no participa directamente en el proceso de producción como montacargas, tuberías de vapor, etc.

O_1 , gastos no incluidos en las partidas anteriores, por ejemplo, los gastos en experimentos tecnológicos, los relacionados con la administración, la obtención de patentes, etc.

Las diferencias territoriales en las inversiones inducidas se determinan por la fórmula:⁸⁾

$$I_{ind} = \sum_j \left(\sum_i Q_{ij} * I_{Qij} + \sum_k T_{kj} * I_{Tkj} \right) + E * I_E + B * I_B \quad (2.4)$$

donde,

Q_{ij} , volumen anual de materia prima i, procedente de la provincia j;

I_{Qij} , inversiones unitarias en la producción de una unidad de materia prima i en la provincia j;

T_{kj} , volumen anual de combustible del tipo k, para el consumo productivo, procedente de la provincia j;

⁷⁾ Esta fórmula se utiliza para cálculos prospectivos.

⁸⁾ Esta fórmula se utiliza si son necesarias producciones inducidas.

$I_{T_{kj}}$, inversiones unitarias para crear condiciones de almacenamiento de combustible k en la provincia j;

E, gasto general de energía eléctrica;

I_E , inversiones unitarias en la transmisión de 1 kw/h de energía eléctrica;

B, gasto anual de agua fresca;

I_B , inversiones unitarias para el abasto de agua.

A pesar de que la metódica recomienda evaluar las inversiones para los fondos básicos no productivos incluyendo los gastos para la creación de la infraestructura social, la autora estimó estos últimos en función de los gastos en la vivienda para los trabajadores de las empresas localizadas según la fórmula:

$$I_{NP} = A * FT * C_{CF} * H * K_{cm} \quad (2.5)$$

donde,

A, área total de vivienda planificada per cápita;

FT, cantidad de trabajadores previstos para la empresa que se localiza;

C_{CF} , coeficiente de composición familiar en cada provincia;

H, costo de la construcción de 1m² de vivienda;

K_{cm} , coeficiente de encarecimiento en los gastos para la construcción de vivienda debido a la sismicidad en cada provincia.

I_{as} , inversiones para la asimilación de la parcela industrial, que incluye todos los gastos relacionados con la asimilación de la parcela destinada a la construcción, es decir, los gastos no incluidos en las partidas anteriores, como son la evaluación de la tierra destinada a la construcción industrial, así como los gastos en las medidas de conservación del medio. En Cuba no se ha definido una política en cuanto a conservación del medio, de ahí que estos gastos no se consideren en los cálculos.

La metódica recomendada por el Instituto de Planificación Física plantea calcular el costo del producto considerando las diferencias provinciales (C) según la siguiente fórmula:

$$C = \sum_j \left(\sum_i Q_{ij} * L_{Qij} + \sum_k T_{kj} * L_{T_{kj}} \right) + E * C_E + B * C_B + Z * K_Z + A_j + O_2 + TZ \quad (2.6)$$

donde,

L_{Qij} , costo unitario de producción de la materia prima i en la provincia j;

L_{TKj} , costo unitario de producción o almacenamiento de combustible del tipo k en la provincia j ;

C_E , costo de elaborar 1 kw/h de energía;

C_B , costo de obtener 1 m³ de agua;

Z , fondo anual de salario;

K_Z , coeficiente territorial de salario;

A , descuento de amortización (se evalúa a partir de las inversiones directas en la creación de los fondos productivos industriales básicos de la empresa, considerando las diferencias territoriales y la parte de la amortización en el costo de producción de la rama a la que pertenece el establecimiento);

O_2 , otros gastos;

FZ , gastos para la transportación del producto terminado.

El empleo de esta metódica permite determinar el peso de cada uno de los factores considerados dentro del total de los gastos, identificándose aquellos que reportan una verdadera diferenciación territorial en nuestro país. Por ejemplo, uno de los elementos más sobresaliente en Cuba ha resultado ser el diferente nivel de equipamiento en la infraestructura técnica que presentan las provincias, fundamentalmente respecto a la capital. Otro elemento son los costos de transportación, debido a que algunos suministros en el país cuentan con un abastecedor único.

Otro elemento a señalar es la influencia del diferente nivel de desarrollo económico de las provincias en el peso relativo de sus demandas para el consumo productivo. Las cinco provincias orientales reúnen el 35% del área del país y el 36% de su población, sin embargo, sólo crean el 22% de la producción industrial y de la producción total del país [75, p. 27,76].

Para condiciones de socialismo desarrollado, con el paso a un desarrollo intensivo de la economía, el desarrollo ramal se orienta, no tanto en la creación de nuevas empresas, como a la elevación de la calidad de la producción y al crecimiento de la productividad del trabajo, sustituyendo tecnologías obsoletas por tecnologías de avanzada, reconstruyendo empresas con equipamiento moralmente obsoleto. En la literatura especializada comienza a proponerse el indicador de la máxima ganancia para medir la eficiencia del desarrollo ramal, su uso se justifica aduciendo que la ganancia obtenida crece más rápido que los gastos.

Anteriormente, ya se había planteado la posibilidad de utilizar el criterio de maximizar las ganancias en las tareas ramales de desarrollo y localización, cuando no se considera un volumen fijo de producción, y se conoce con suficiente certeza el precio que tendrán los productos en la perspectiva que se estudia (porque es posible determinar el precio del producto en función del

volumen de producción; también porque el precio del producto refleja exactamente la correspondencia que existe en la preferencia del consumidor; o porque existan fuertes restricciones en la disponibilidad de recursos).

Todavía no se ha dicho la última palabra sobre el uso del criterio de maximizar la ganancia en tareas de optimización del desarrollo y localización de la producción en una etapa de intensificación de la economía, como principal criterio de la eficiencia. En esta etapa juegan un papel muy importante la reconstrucción de las empresas y la consiguiente redistribución de los recursos laborales, entre empresas nuevas y reconstruidas, lo que tiene una fuerte incidencia territorial. Las tendencias de reconstrucción de empresas a largo plazo no están suficientemente estudiadas ni se ha elaborado la metódica más adecuada para su cálculo ni están estudiadas las interrelaciones con los otros aspectos de la localización de las fuerzas productivas.

La autora considera que el criterio de optimización más adecuado para ser utilizado en Cuba, en las tareas de desarrollo y localización de la producción, es el de los gastos mínimos; ya que el país carece de normas de consumo productivo, científicamente fundamentadas, para una medición realista de los gastos socialmente necesarios. De modo que minimizar los gastos totales en un proceso como el que se estudia es un criterio acorde con el lineamiento trazado por el PCC, donde se llama a elevar la eficiencia por la vía del ahorro de materiales, mientras se promueve la elaboración de las normas de consumo y se garantiza la generalización de su empleo [73, p. 28]. La autora propone que estos gastos se midan con el indicador de los gastos reducidos, calculados según el proyecto de metódica del IPF elaborado al efecto.

Sobre el empleo del criterio de maximizar la ganancia, la autora no considera recomendable su utilización a ningún nivel en el país, ya que éste no dispone de un sistema de precios que refleje con fidelidad los gastos de trabajo social, y que sea compatible con el sistema de planificación. Así sucede que algunos precios son excesivamente altos encubriendo ineficiencias en la gestión y despilfarro de recursos; y otros son tan bajos que no cubren las necesidades reales de la empresa productora, provocando una irrentabilidad artificial [69, p. 41].

Estas condiciones desfavorables están recogidas en el proyecto de metódica para el cálculo de los gastos reducidos del IPF, donde el costo total de producción en cada localización no se calcula en base a los precios oficiales de los insumos, sino utilizando los costos de producción puntuales para cada insumo; lo que le aporta al costo de producción un elemento de diferenciación territorial, que contrasta el equipamiento que puedan tener los abastecedores de materia prima a lo largo del país, donde coexisten empresas con un alto grado de obsolescencia y empresas modernas, produciendo el mismo producto.

Por último, señalamos que los criterios de optimización pueden combinarse durante el uso de un sistema de modelos, utilizando el modelo del nivel superior el criterio del mínimo de los gastos totales, y en los de nivel inferior el de maximizar la ganancia, siempre teniendo en cuenta las premisas que condicionan la calidad de los resultados.

2.3 Planteamiento formal del sistema de modelos económico-matemáticos para determinar la localización óptima de la producción del complejo agroindustrial azucarero

Aunque el sistema de empresas vinculadas a la producción azucarera en Cuba todavía no conforma un verdadero complejo agroindustrial, ya constituye un complicado sistema de empresas productivas, constructoras, de servicios a la producción, etc. relacionadas entre si, y también con el resto de la economía nacional. De ahí que para su estudio se utilicen, cada vez más, modelos económico-matemáticos, extrayendo para cada modelo particular los aspectos esenciales según su propósito.

El objetivo del estudio debe quedar expresado de forma suficientemente clara en la etapa previa de toda tarea de modelación, para que refleje adecuadamente los principales momentos del problema estudiado. Las omisiones o la inclusión en el modelo de elementos irrelevantes para el fenómeno que se pretende estudiar, reducen las posibilidades del sistema para reaccionar ante diferentes estímulos.

El objetivo planteado en esta tarea es la reorganización territorial de la industria azucarera, la localización óptima conjunta de las producciones de azúcar crudo y derivados del bagazo considerando diversas variantes de volumen de producción de azúcar crudo

La primera etapa en la elaboración de un modelo incluye la definición de los símbolos, la denominación de los índices y las variables que se repiten a lo largo de él; por esto, al mismo comienzo debe elaborarse la relación de los símbolos y su contenido. También en esta etapa se determina la forma en que se empleará el factor tiempo en la tarea, optando por las formas estática, dinámica o la semidinámica, donde cada índice de tiempo representa el año final de un intervalo de tiempo incluido en el período que se estudia. El listado de estos índices facilita la identificación de las variables que intervienen en cada ecuación, y da la posibilidad de chequear la sintaxis de las restricciones.

A continuación ofrecemos el listado de los índices utilizados en el modelo de desarrollo y localización de la producción de azúcar crudo y derivados del bagazo.

i, k índices de las producciones consideradas (I1);

j , índice de los principales recursos (I_2);

r , índice de las provincias productoras (R_i);

R_i conjunto de todas las provincias donde es factible localizar la i -ésima producción $i \in I_1$;

s , índice de las provincias consumidoras;

S_i , conjunto de todas las provincias consumidoras del i -ésimo producto, $i \in I_1$

q , índice del modo de desarrollo;

Q_i , conjunto de los modos de desarrollo posibles para el i -ésimo producto, $i \in I_1$;

l , índice del tamaño de la planta;

L_i , conjunto de los tamaños de planta disponibles para el i -ésimo producto, $i \in I_1$;

t , índice de tiempo;

T conjunto de todos los quinquenios;

Las variables del modelo (algunos autores las llaman parámetros de control) se definen teniendo en cuenta aquellos aspectos del problema sobre los que es posible tomar decisiones, y también, de acuerdo con el resultado esperado con la solución de la tarea. En las tareas de desarrollo y localización, los aspectos más susceptibles de ser modificados son: el territorio donde establecer una determinada producción; el volumen de producción de un determinado producto en una región dada; los volúmenes de transportación entre las regiones productoras y las consumidoras de cada producto; los volúmenes de producción asociados a cada variante de desarrollo. A continuación citamos algunas variables clásicas para este tipo de estudios:

X_{ir} , volumen del i -ésimo producto a producir en la r -ésima región;

X_{ir}^q , volumen del i -ésimo producto a producir en la r -ésima región con la q -ésima variante de desarrollo;

X_{ir}^{qt} , volumen del i -ésimo producto a producir en la r -ésima región con la q -ésima variante de desarrollo el t -ésimo año.

X_{ir}^{qt} , toma el valor 1 si el i -ésimo producto se produce en la r -ésima región con la q -ésima variante de desarrollo en el t -ésimo año, y en caso contrario toma el valor cero;

Z_i^{rs} , volumen del i -ésimo producto que se transporta de la r -ésima región productora a la s -ésima región consumidora;

Z_{it}^{rs} , volumen del i-ésimo producto que se transporta de la r-ésima región productora a la s-ésima región consumidora en el año t-ésimo año.

El modelo que la autora propone es del tipo producción-transporte y con el uso de variables continuas considerando que se trata de un estudio de largo plazo, donde se pretende evaluar una determinada política de desarrollo de los derivados de la caña de azúcar y su distribución en el territorio, para ello basta con la aproximación ofrecida por un modelo lineal.

El volumen de caña de azúcar a procesar no se nominaliza como una variables, ya que éste se controla indirectamente a través del volumen de azúcar producido, en definitiva esta producción es un porcentaje de la caña molida, que se expresa a través de la eficiencia industrial planteada en las variantes de desarrollo (Ver tablas 22-24). Siguiendo este razonamiento se definen las siguientes variables:

X_{ir}^{qt} , volumen de producto i que se produce en la provincia r en plantas de tamaño l con la variante de desarrollo q en el año t.

Estas variables se definen para los productos cuyos volúmenes deseamos conocer como resultado del modelo, estos son: azúcar crudo, tableros, furfural y papeles.

Z_{it}^{rs} , volumen de producto i transportado de provincia productora r al centro consumidor s el año t.

Esta variable se define porque interesa determinar los volúmenes de transportación de los tableros, para que cada productor pueda vincularse con los consumidores óptimos; lo mismo sucede con la localización de papel blanco, que se pueden vincular con diferentes poligráficos. Para el resto de los productos que se exportan a través de un puerto único en la provincia, el costo unitario de transportación del producto final está incluido en el coeficiente de los gastos reducidos totales unitarios.

Descripción de los parámetros utilizados en el modelo:

S_{ir}^{qt} , gastos totales unitarios para la producción del i-ésimo producto en la r-ésima provincia, en plantas del l-ésimo tamaño, con el q-ésimo modo de desarrollo en el año t;

C_{it}^{rs} , gasto unitario de transportación del i-ésimo producto, desde la r-ésima provincia productora hasta la provincia consumidora s en el año t;

a_{rlqt}^{ij} , norma de gasto unitario del j-ésimo recurso, en la producción del i-ésimo producto, en la r-ésima provincia en una planta del l-ésimo tamaño con el q-ésimo modo de desarrollo el año t;

D_{jrt} , disponibilidad del j-ésimo recurso, en la r-ésima provincia el año t;

K_t , marco financiero total para el año t;

K_{it}^q , marco financiero disponible para desarrollar el i-ésimo producto con el q-ésimo modo de desarrollo en el año t;

F_{irt}^t , cota superior a la i-ésima producción en la r-ésima provincia en plantas con el q-ésimo modo de desarrollo en el año t;

A_{it} , demanda nacional del i-ésimo producto el año t;

A_{ir}^t , demanda del i-ésimo producto en la r-ésima provincia en el año t;

G_{ir} , volumen de producción en las empresas existentes del producto i en la provincia r;

K_c^{it} , volumen máximo de gastos de transportación del i-ésimo producto en el año t;

b_{jk} , consumo unitario del j-ésimo subproducto, para la producción del k-ésimo producto derivado;

B_{jr} , consumo del subproducto j en las empresas de productos derivados en la provincia r.

En el modelo de localización de las producciones derivadas del bagazo, elaborado en el marco del proyecto planteado para el desarrollo y localización del complejo especializado de la industria azucarera, incluimos la localización de la producción de azúcar, ya que el volumen de bagazo depende del volumen de producción de azúcar. Para la localización de la producción de azúcar, en este modelo, se toman en cuenta las siguientes consideraciones: suponer niveles de eficiencia industrial por tamaño de central y por provincias, a la vez que suponer determinados niveles de rendimientos agrícolas por provincias, a partir de ellos se determina qué capacidades son las más convenientes para producir azúcar, si además se producen derivados del bagazo, que a su vez tienen restricciones para su localización.

Al construir el sistema de restricciones, se comienza con los recursos limitados, para ello se utiliza un conjunto de inecuaciones con la expresión general:

$$\sum_{iql} a_{ijr}^{lqt} X_{irl}^{qt} \leq D_{jr}^t \quad (j \in I_2, r \in R_i, t \in T) \quad (2.7)$$

Que se construye para cada recurso j (caña de azúcar, tierra, agua, y recursos laborales), cada provincia r y cada año t ; la cantidad de inecuaciones depende, por un lado, del análisis de las localizaciones factibles para cada producción, incluido el caso de los nuevos centrales, por otro lado para algunos recursos no se conoce la disponibilidad en plazos intermedios y sólo se considera la disponibilidad al final del período.

Para los recursos asignados centralmente se modifica este planteamiento, dando lugar a un conjunto de inecuaciones similar, que se diferencia del anterior sólo por el tratamiento del índice que denomina los territorios, quedando una expresión de la forma:

$$\sum_{irql} a_{ijr}^{qlt} X_{irl}^{qt} \leq K_t, \quad (t \in T) \quad (2.8)$$

Estas expresiones se emplean para expresar los límites en la disponibilidad de recursos financieros, que son asignados centralmente por la JUCEPLAN; el modelo debe evaluar cómo las distintas alternativas de desarrollo y localización dependen de la variación de estas estimaciones, con el objetivo de poder hacer recomendaciones al efecto, cuando se preparen las cifras directivas.

Una vez definidas todas las limitaciones de recursos, se pasa a establecer los límites máximos para la producción en cada variante de desarrollo, que se expresan a través de un conjunto de inecuaciones de la forma:

$$\sum_l X_{irl}^{qt} \leq F_{ir}^{qt}, \quad (i \in I1, r \in Ri, q \in Qi, t \in T) \quad (2.9)$$

Este conjunto de inecuaciones expresa los límites que se ponen, a nivel del país, para producir un determinado producto i con la variante de desarrollo q en el año t . Esta limitación puede estar dada en unos casos por la demanda, como sucede cuando sólo se valoran variantes de nuevo desarrollo; en otros casos está dada por consideraciones económicas, ya que al tratar de la modernización o la concentración, es necesario establecer un tope, ya que sería absurda una solución de modernizar en un quinquenio todos los centrales, o concentrar en un quinquenio todas las capacidades pequeñas. El efecto de estas restricciones se complementa delimitando el volumen máximo de inversiones destinadas a una u otra alternativa de explotación.

$$\sum_{rl} a_{ijr}^{lqt} X_{irl}^{qt} \leq K_{it}^q, \quad (i \in I1, q \in Qi, t \in T) \quad (2.10)$$

Después de introducir estas restricciones es necesario enlazar los quinquenios, empleando un conjunto de desigualdades de la siguiente forma:

$$\sum_{\tau=1}^t \sum_{rlq} X_{irl}^{q\tau} + \sum_r G_{ir} \geq A_{it} \quad (i \in I1, t \in T) \quad (2.11)$$

El volumen de producción de un quinquenio, en último caso no debe ser inferior al del quinquenio anterior, satisfaciendo la demanda.

La producción de derivados, se expresa a través de los volúmenes de azúcar producidos, de esta forma no es necesario definir una variable que signifique volumen de bagazo obtenido. Para ello se utilizan expresiones de la forma:

$$\sum_{\substack{lq \\ l \neq 1}} b_{ij} X_{irl}^{q\tau} + \sum_{\tau=1}^t \sum_{kql} a_{jkr}^{ql\tau} X_{krl}^{q\tau} \geq B_r^r \quad (j \in I2, r \in Rk) \quad (2.12)$$

Con este conjunto de inecuaciones representan la relación entre el bagazo disponible en cada provincia y la producción de sus derivados, utilizando el coeficiente b_{ij} , volumen de bagazo producido por cada unidad de azúcar elaborada en el central; y el coeficiente $a_{jkr}^{ql\tau}$, norma de consumo de bagazo para cada tipo de derivado.

Después de tratar los aspectos referidos a la producción queda por abordar el aspecto relacionado con la transportación de cada producto, ya se ha planteado para que productos se incluye la transportación, que se expresa:

$$\sum_{\tau=1}^t \sum_{lq} X_{irl}^{q\tau} + \sum_s Z_{it}^{sr} - \sum_s Z_{it}^{rs} + G_i^r \geq A_{ir}^t, \quad (i \in I1, r \in Ri, t \in T) \quad (2.13)$$

$$\sum_{rs} C_{it}^{rs} Z_{it}^{rs} \leq K_c^{it}, \quad (i \in I1, t \in T) \quad (2.14)$$

Esta es la expresión más general para describir la relación entre la producción de un producto y su transportación, se emplea esta formulación porque los tableros se producen en el territorio de una empresa agroindustrial azucarera.

No siempre la fábrica de tableros de una provincia es la más próxima al centro de consumo de esa provincia, de modo que resulta racional cuestionarse la distribución de este producto, máxime que no todas las provincias pueden establecer producciones de tableros.

Por último, se incluye la condición de no negatividad para todas las variables, ya que no se conciben producciones o transportaciones negativas.

$$X_{irl}^{qt} \geq 0 \quad i \in I1, r \in Ri, l \in Li, q \in Qi, t \in T \quad (2.15)$$

$$Z_{it}^{rs} \geq 0 \quad i \in I1, r \in R, t \in T, s \in S_i \quad (2.16)$$

La función objetivo planteada según los criterios de minimizar los gastos totales de la sociedad para el desarrollo de las producciones que se estudian, se escribe:

$$\sum_{\substack{irlq \\ i \in I1}} S_{irl}^{qt} X_{irl}^{qt} + \sum_{\substack{trs \\ i \in I1}} C_{it}^{rs} Z_{it}^{rs} \rightarrow Min \quad (2.17)$$

Resumiendo se pueden distinguir los siguientes criterios fundamentales:

1. Abordar la problemática del desarrollo y localización de productos derivados del bagazo, algunas de cuyas producciones ya existen, planteando impulsarlas a partir del quinquenio 86-90 hasta alcanzar niveles estables de producción.
2. No quemar bagazo en los centrales donde se localicen plantas procesadoras, con esto se extienden las posibilidades de localización a las provincias de la mitad occidental del país que cuenta con el 33% de los centrales medianos, y donde sólo hay un central con capacidad de 10300 T/d de caña (Ver Tabla 8).
3. Suponer que los centrales trabajarán zafras de 120 días efectivos con el 90% de aprovechamiento de su capacidad instalada, en el año base éste fue del 86% a nivel nacional [76].
4. Calcular los insumos para el 100% de aprovechamiento de la capacidad en las nuevas plantas.
5. Suponer que se vincularán a la producción de derivados sólo los centrales que puedan satisfacer las demandas de bagazo. Para las provincias con recursos hídricos abundantes, se evalúa la alternativa de sustituir centrales pequeños por centrales con capacidad de molida de 7 000 T/d (Ver Tablas 25-26).
6. Producir tableros en estrecha combinación con la fabricación de muebles; calculando la demanda de tableros en función de la de muebles hasta el año 2000, incluyendo la reposición de muebles para las viviendas construidas hasta 1985. Esta demanda no quedará satisfecha al año 2000 (Ver Tabla 27), a su satisfacción se destina el 40% de la producción de tableros, la producción se utilizará en muebles escolares e institucionales, la exportación y otros consumos de la población. Los tableros de calidad C, se dedican a la producción de envases.

Los principales resultados que se espera alcanzar con el uso de la modelación económico - matemática son:

- 1- Disminuir las transportaciones de bagazo, lo que reduce los costos de producción y las pérdidas por manipulación; y contribuye a darle a la empresa agroindustrial una especialización dentro de la división del trabajo del CAI azucarero.
- 2- Ampliar la nomenclatura de los productos exportables ya tradicionales, con la incorporación del papel gaceta y el furfural, y también sustituir la importación de papel blanco.
- 3- Los procesos de desmeollado y secado del bagazo tendrán lugar en el central, que dispondrá del meollo, ya sea como combustible o para la producción de bagacillo predigerido.
- 4- Determinar los lugares idóneos para la producción de azúcar, cuando ésta se acota entre los 10 MMT y los 12 MMT, con vistas a satisfacer el consumo interno y los compromisos externos más importantes.
- 5- Valorar la introducción del desarrollo científico técnico en el incremento del rendimiento agrícola, así como en la eficiencia operativa de los centrales.

De lo anterior se desprende la presencia de dos problemas interrelacionados, el primero es la producción de azúcar, partiendo de los supuestos de eficiencia agrícola e industrial (que no es objeto de este estudio) se debe determinar por regiones el volumen de azúcar a producir por categoría de central (pequeño, mediano o grande). El segundo problema es determinar la localización óptima y el nivel de desarrollo de cada uno de los derivados, donde todos compiten por la misma materia prima básica, el bagazo.

Estas tareas se representan a través de un modelo económico matemático, que debe elegir la mejor respuesta a partir de las condiciones dadas. La solución obtenida es un punto de partida para, reconsiderar las premisas propuestas y determinar el peso de cada tipo de producción en la economía del país.

Esta tarea se expresa con un modelo semidinámico, utilizando variables continuas, de dos tipos:

- a) las que caracterizan el volumen de la producción, para cada producto en cada provincia;
- b) las que caracterizan los volúmenes de transportación de cada producto entre pares de provincias.

Los resultados esperados son, la determinación de la localización óptima de cada derivado estudiado; la cuantificación de los vínculos interregionales e interramales; detección de los elementos controlables sobre los que habría que actuar, tanto ramales como territoriales, dentro de la política sujeta a evaluación para modificar la solución obtenida.

También se espera identificar los recursos más deficitarios, las provincias más eficientes para la localización de cada producto, y la comprensión más cabal de los mecanismos que operan en el sistema estudiado.

Capítulo 3. SOLUCIÓN PRÁCTICA DE LA TAREA DE LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LAS EMPRESAS DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CAÑERO

3.1 Aspectos del aseguramiento informativo para la solución del modelo

Se ha planteado evaluar, dentro de la estructura del CAI azucarero del país, una política de desarrollo de los derivados del bagazo, solucionando la tarea de desarrollo y localización de estos productos.

Para la evaluación de las alternativas de localización se ha seleccionado el indicador de los gastos reducidos, que permite comparar la eficiencia económica de la localización de las nuevas plantas, y los costos de producción en las plantas existentes. Esta tarea se abordó con un enfoque semi-dinámico, considerando en la función objetivo los gastos totales en el año final de cada quinquenio; para cada producción se consideraron características tecnológicas de avanzada entre las variantes de proyecto disponibles, o de plantas similares existentes en el país.

Para un cálculo más exacto de este indicador es necesario considerar todos los elementos que diferencien a los territorios entre sí, con la evaluación monetaria correspondiente, esto implica el cálculo de los gastos, diferenciados por territorio, ocasionados por el uso de los principales recursos naturales, energéticos, así como el empleo de los recursos laborales y su adecuado asentamiento.

También es importante reducir, en la medida de lo razonablemente posible, el número de restricciones y la cantidad de variables. La vía para lograrlo sin perder información relevante, es descartar a priori las provincias que no reúnen las condiciones necesarias para establecer en una determinada producción, en un proceso de selección de las variantes de localización factibles.

Claro que la selección de las variantes de localización factibles no es ajena al criterio que se utiliza para evaluar las variantes en la función objetivo, se trata de rechazar aquellas irreales, haciendo un análisis preliminar de los mismos factores con que se evalúan los gastos asociados a cada localización.

En los estudios de localización a largo plazo la selección de variantes de localización factibles consiste en verificar, para cada provincia, la existencia de las condiciones mínimas para el desarrollo de la producción que se estudia; para tareas a un plazo más breve, se hace una selección a nivel de parcela en las zonas industriales, de forma que se escojan sólo aquellas que reúnan todos los requisitos.

La selección de las provincias factibles para la localización⁹⁾ de una producción determinada se hace utilizando las caracterizaciones provinciales, hechas a partir de la información contenida en los planes directores municipales, ya que estos incluyen los esquemas de desarrollo para la perspectiva de cada recurso, donde se reflejan los siguientes aspectos: tierra, agua, combustible, energía eléctrica, base constructiva y recursos laborales.

Como fuentes de información ramal se tienen las normativas vigentes, la documentación de los proyectos técnicos y datos acerca de las tecnologías de avanzada en el país, esta información se precisa según el plazo de planificación. En el proceso de selección de las provincias factibles para localizar en ellas una determinada producción, para cada uno de los factores, antes mencionados, se hacen las consideraciones siguientes:

TIERRA, es necesario determinar si en la provincia existe el área necesaria de terreno, disponible para ser utilizada por la producción que se estudia, se consideraron tres categorías de terrenos,

1. Terrenos prohibidos para la construcción industrial, que deben estar identificados para conocer, donde se encuentran y el área que ocupan. Están incluidas en esta categoría:

- áreas cultivadas de alta fertilidad;
- áreas con fuerte presencia de carso, o permeabilidad;
- áreas de pantanos profundos, o peligro de deslizamientos;
- los vedados, parques nacionales, zonas de descanso, etc.;
- áreas inundables o de fuerte penetración del mar;
- áreas con factores ecológicos favorables al desarrollo de otras economías;
- áreas comprometidas con la defensa del país.

2. Áreas de posible utilización, pero que encarecen la construcción industrial:

- tierras aptas para la agricultura con rendimientos normales, si es posible trasladar a otra zona de la provincia su producción, ya sea por la asimilación de un área equivalente, o la posibilidad de aumentar los rendimientos en otros terrenos dedicados, también, a ese cultivo.
- áreas con una utilización económica potencial, como los bosques, los yacimientos minerales, etc.
- áreas con afectaciones en la calidad del suelo para la construcción, como el carso, el relieve y la permeabilidad;
- áreas de sismicidad;

⁹⁾ Se selecciona el nivel de provincia porque ésta es la menor unidad político administrativa en que a largo plazo se puede balancear la producción, y así garantizar la integralidad de los procesos productivos que se desarrollan en ella.

- áreas pantanosas, de inundación o deslizamiento, cuando esta situación puede modificarse con inversiones adicionales;
- áreas donde las condiciones ecológicas o climatológicas adversas sean superables.

3. Áreas idóneas para la construcción industrial:

- tierras no aptas para la agricultura, sin otro uso económico actual o prospectivo;
- áreas con buenas condiciones paisajísticas, propias para el asentamiento de la población.

Dado el caso que el área disponible esté en terrenos de la categoría "encarecedora", es necesaria dejar aclarada la causal del encarecimiento, para que sea considerada en la evaluación de los gastos totales.

AGUA, es necesario determinar si en la provincia existe disponibilidad de agua para la nueva producción, en el volumen y con la calidad requerida. Es necesario conocer:

- localización y cantidad de agua disponible no comprometida con algún uso en la perspectiva. aclarando si es superficial o subterránea.
- posibilidades de evacuación para los residuales líquidos;
- compatibilidad de los residuales de la nueva industria con las actividades económicas, de la provincia, esto es fundamental para la agroindustria, donde el procesamiento de los derivados, no puede perjudicar a otras plantas procesadoras, y mucho menos a la actividad agropecuaria primaria;
- localización de lugares con condiciones para la construcción de embalses, y el volumen de agua estimado que se podría almacenar en ellas;

En caso que sea necesario realizar alguna obra hidráulica, para garantizar el abasto de agua a la nueva planta, esto será señalado, aclarando el tipo de obra y la magnitud de su costo, de modo que se consideren en la cuantificación de los gastos asociados a la localización en esta provincia. Para los estudios de largo plazo no se tendrán en cuenta los gastos imputables a la transportación del agua, ya que se trata de estimaciones preliminares trabajando con puntos de localización convencionales, escogidos según las características de la producción que se estudia. Los consumos de la población se suponen convencionalmente concentrados en la cabecera provincial.

COMBUSTIBLE, en las condiciones de Cuba, que depende de las importaciones de petróleo para cubrir sus necesidades de combustible, una provincia será factible si dispone de capacidad de almacenamiento en sus bases de combustible, para cubrir las necesidades de la nueva fabrica, para esto es necesario disponer de la siguiente información:

- la ubicación y capacidad de las estaciones distribuidoras del producto, actuales y perspectivas;
- la localización y capacidad de producción de las refinerías;

- la capacidad de almacenamiento de combustible no comprometida durante el período que se estudia, por tipo de combustible;
- posibilidad de recibir combustible desde otras provincias o directamente desde una refinería.

Si la provincia no dispone de excedentes en su capacidad de almacenamiento, es necesario evaluar la posibilidad de ampliar la base existente, o crear una base nueva, también debe considerarse la magnitud de la ampliación del parque de vehículos para el servicio a los nuevos usuarios. Todo esto debe señalarse para consignarlo en la evaluación de los gastos de cada variante.

ENERGIA ELECTRICA, considerando que las centrales eléctricas existentes cubren las demandas industriales actuales, se plantea que las nuevas industrias se abastezcan de las nuevas centrales eléctricas en construcción, que serán puestas en marcha en la etapa que se planifica, de modo que es necesario conocer la localización y capacidad de las centrales eléctricas y de las subestaciones transmisoras actuales y perspectivas.

Si es necesaria alguna inversión adicional, para elevar la calidad de la energía eléctrica ofertada en la provincia, a los estándares necesarios para una producción concreta, esto se señalará, para incluirlo en la evaluación económica.

BASE CONSTRUCTIVA, este factor se analiza para determinar si la provincia cuenta con todos los recursos, tanto humanos como materiales, para afrontar la construcción de la nueva industria; si no ocurre así, se delimita hasta donde llegan los recursos propios, y cuales recursos es necesarios asignarle para cumplir la tarea, que luego deben considerarse en la cuantificación de los gastos de cada provincia. Se tiene en cuenta,

- localización, capacidad y especialización de las empresas constructoras, en la actualidad y en la perspectiva, para conocer su posible disolución, cambio de especialización, por reequipamiento de la empresa;
- localización y capacidad de los yacimientos de materiales de construcción, en explotación o no;
- localización y capacidad de la base técnico-material de la construcción, fundamentalmente en lo que se refiere a cemento, elementos metálicos, madera, cristales, etc.;
- localización y capacidad de atraque en los puertos por donde es posible recibir los materiales de construcción que se importan para completar la base técnico-material de la construcción.

RECURSOS LABORALES, lo más importante es determinar si en la provincia existen recursos laborales disponibles, que puedan asumir la nueva producción; para ello se debe conocer,

- la dinámica del crecimiento de la población en la etapa que se estudia;
- la estructura de la población en términos de urbana y rural;
- el coeficiente provincial de composición familiar;

- magnitud y composición sexo-etárea de los recursos laborales disponibles, actualmente y en la perspectiva;
- la especialización de las provincias para las diferentes ramas de la economía nacional, como una medida de la vocación del territorio, y de sus habitantes para las producciones que se estudian.

Finalmente como provincias factibles se seleccionan aquellas que pueden satisfacer las necesidades de la producción en todos los aspectos señalados, para ello se superponen los planos con la información descrita, o se procesan sobre una base de datos.

Además de los elementos de las caracterizaciones provinciales utilizados para la selección de las variantes de localización factibles, deben tenerse en cuenta todos aquellos aspectos territoriales, que influyen en la diferenciación para el desarrollo de la infraestructura técnica como: acueductos y alcantarillados; redes de transporte y energéticas; clima; nivel de vida, etc.

Una vez hecha la selección de las variantes de localización factibles, se hace la evaluación económica de cada una de ellas cuantificando, entre otras cosas, los gastos asociados al uso de los recursos universales: tierra, agua, combustible, energía eléctrica y recursos laborales. Ya que se trata de recursos escasos y de gran demanda por todas las ramas de la economía nacional, por lo que resulta necesario emplear una forma de evaluación que refleje la importancia que tienen para la economía nacional.

Para contar con el indicador idóneo es necesario resolver la tarea de desarrollo y localización de cada uno de esos recursos, a nivel del país, de modo que sus resultados funcionen como marco de referencia obligatoria para todas las tareas ramales particulares. Además del plan óptimo para la utilización de un recurso universal, la solución de su tarea dual representa el tope que la economía nacional impone para los gastos monetarios en el uso de ese recurso para el incremento de una producción determinada. Este tope constituye un precio que se pone al uso de ese recurso, teniendo en cuenta los intereses de la economía nacional.

Cuando no se han resuelto las tareas del desarrollo y localización de los recursos universales, es necesario utilizar otras formas de evaluación, dadas las condiciones del país, ya se discutieron, se ha seleccionado el indicador de los gastos reducidos para la cuantificación de los gastos de cada uno de los recursos universales, excepto la tierra, en cada provincia. (Ver tabla 3).

La valoración de la tierra fértil se hace suponiéndole a una ha., la estructura de los cultivos de la provincia, con los rendimientos medios de la provincia y con los precios de cada producto se calcula lo que se ganaría en cada fracción de la ha si estuviera sembrada del cultivo correspondiente, la suma de todos estos valores será la cifra que se utilice como "precio" de la

tierra en cada provincia. Esta forma de cálculo busca gravar la construcción industrial con las pérdidas potenciales a la economía agrícola.

Tabla 3. Valores diferenciados por territorio para los principales recursos universales (lb, inversiones; Cp, costo de producción). [76]

Provincias	TIERRA	AGUA		COMBUSTIBLE		ENERGIA	
	\$/Ha	lb	\$/m ³ Cp	lb	\$/T Cp	lb	\$/Kwh Cp
Pinar del Río	197,16	0,11	0,004	558,77	59,73	0,58	0,12
La Habana	159,08	0,13	0,005	232,75	59,08	0,05	0,04
Matanzas	241,77	0,12	0,005	174,67	60,25	0,07	0,05
Villa Clara	363,05	0,05	0,002	134,73	62,67	0,10	0,04
Cienfuegos	325,42	0,07	0,002	182,03	41,08	0,20	0,02
Sancti Spíritus	318,95	0,04	0,001	122,36	58,12	0,19	0,01
Ciego de Ávila	335,18	0,40	0,016	145,65	60,00	0,18	0,02
Camagüey	230,91	0,09	0,003	151,27	62,24	0,05	0,03
Las Tunas	283,32	0,14	0,005	166,39	62,94	0,08	0,03
Holguín	316,34	0,14	0,005	212,91	60,85	0,16	0,04
Granma	215,13	0,11	0,003	129,49	60,83	0,28	0,05
Santiago	150,42	0,09	0,003	344,19	63,56	0,05	0,02
Guantánamo	96,69	0,11	0,004	299,73	61,71	0,35	0,09

Para estimar los gastos sociales en la fase de construcción y montaje, se parte de un estimado ramal, para las condiciones normales de terreno, completamiento de la empresa constructora, productividad media del trabajo de construcción, etc. Para cada provincia se estiman las desviaciones ocasionadas, por condiciones naturales propias de la región, así como los gastos adicionales para la adecuación de la empresa constructora, los gastos ocasionados por una menor productividad en la construcción, inversiones necesarias de la base material y técnica de la construcción. Para las tareas a largo plazo, el factor que se toma en cuenta es el de las afectaciones por sismicidad, que si bien no tiene en Cuba manifestaciones tan dramáticas como en otros países, presenta diferenciaciones territoriales significativas. (Ver tabla 4).

La asimilación de la fuerza de trabajo, se evalúa no sólo por los gastos en el fondo de salarios, sino que también es necesario tener en cuenta los gastos que la sociedad debe hacer para la construcción de la vivienda y la infraestructura social. Para cuantificar los gastos en la construcción de viviendas a largo plazo se incluye el coeficiente de encarecimiento a causa de la sismicidad, y se emplean las normas perspectivas de área de vivienda por habitante. En Cuba el

número promedio de personas por núcleo familiar se comporta con bastante uniformidad, entre las 3,2 personas en Camagüey, y las 3,8 en Guantánamo. [76]

Tabla 4. Coeficientes de encarecimiento de los trabajos de construcción y montaje relacionados con la sismicidad. [76]

Provincia	Vivienda	Industria
Pinar del Río	1,07	1,11
La Habana	1,02	1,08
Matanzas	1,02	1,07
Villa Clara	1,08	1,12
Cienfuegos	1,10	1,13
Sancti Spíritus	1,05	1,14
Ciego de Ávila	1,06	1,15
Camagüey	1,08	1,14
Las Tunas	1,06	1,10
Holguín	1,07	1,13
Granma	1,04	1,11
Santiago	1,11	1,15
Guantánamo	1,09	1,16

La problemática de la creación de la infraestructura social todavía no ha sido suficientemente estudiada por lo que no se incorporó a este trabajo.

Para evaluar el gasto por consumo de materias primas en la literatura especializada se recomienda utilizar precios diferenciados por territorio, en Cuba no existen estos precios, que en esta investigación se sustituyen por el costo de producción de cada productor, de modo que se reflejen los gastos adicionales ocasionados por una producción obsoleta o ineficiente. (Ver Tabla 21)

En el cálculo de los gastos de transportación de la materia prima y el producto final se utilizan los gastos reducidos para la transportación, según el medio de transporte, el tipo de vía y la carga a transportar calculados por el Ministerio de Transporte (MITRANS). El vínculo del productor con el abastecedor de materias primas se establece antes de entrar al modelo principal, resolviendo pequeñas tareas de transporte para determinar los abastecedores y flujos óptimos.

Tabla 5. Provincias factibles para la localización de los derivados del bagazo [76]

Provincia	Tablero	Furfural	Papel Gaceta	Papel Escribir
Pinar del Río	X			
La Habana	X	X	X	X

Matanzas				
Villa Clara	X	X	X	X
Cienfuegos				
Sancti Spíritus	X		X	
Ciego de Ávila	X	X	X	X
Camagüey				
Las Tunas	X		X	
Holguín	X	X	X	X
Granma	X		X	X
Santiago	X			
Guantánamo	X			

Sólo hay condiciones limitantes para la localización del recurso agua; para la tierra se consideró la posibilidad de utilizar tierras aledañas a los centrales azucareros; los consumos de combustible son pequeños para significar una restricción, y por último la energía eléctrica en tiempo de zafra es producida por el central y después de la zafra, se abastece de la red nacional a cuenta de los excedentes que el central ya había entregado al sistema energético nacional.

Como se ha evidenciado, la calidad de los resultados del modelo y por ende, de las conclusiones que se hagan a partir de sus resultados, depende en mucho de la confiabilidad de la información que los sustenta, de ahí la importancia que se concede a los aspectos metódicos para el cálculo de todos y cada uno de los indicadores utilizados, tanto a los gastos reducidos, como a los gastos por el consumo de recursos de todo tipo, incluidos los gastos en productos intercambiables; en la conservación del medio ambiente y para la creación de las infraestructuras técnica y social.

3.2 Perfeccionamiento de la estructura territorial del complejo agroindustrial cañero de la República de Cuba.

Estudiando la estructura ramal del conjunto de los derivados de la caña de azúcar, se evidencia que las líneas fundamentales de su desarrollo se concentran en la industria química, con un marcado énfasis en la subrama de la industria farmacéutica; en las ramas del papel y la celulosa; la elaboradora de la madera y en la producción de alimentos para la ganadería. A partir de estas condiciones se han trazado las siguientes directivas generales para el desarrollo de los derivados de la caña de azúcar:

AZÚCAR CRUDO y REFINO, se estudian variantes de producción de azúcar crudo entre 10 y 12 MMt, ya que en este intervalo se encuentra la cantidad requerida para satisfacer las necesidades internas y de los compromisos externos más importantes. No se prevé una mejora en la situación del mercado internacional que amerite colocar volúmenes adicionales de azúcar por encima de

esos niveles. Lo más importante es determinar donde producir ese azúcar con los menores costos posibles, y sin afectar el desarrollo del resto de los derivados, con mejores coyunturas de mercado. Las capacidades que no se utilicen para hacer azúcar, o que lo hagan parcialmente, pueden dedicarse a la producción de derivados del bagazo y/o la miel. La industria refinadora de azúcar sólo trabajará en tiempo de zafra, evitando mayores consumos de combustible.

INDUSTRIA del PAPEL y la CELULOSA, esta rama debe satisfacer las necesidades del país en papeles de fibra corta, esto es papel de imprenta y escribir, papel gaceta, cartulina, papel tissue, papel sanitario y cartoncillo, de forma que el marco financiero destinado a la importación de papel se dedique a la compra de papeles de fibra larga.

Estimando que la población del país al año 2000 sea de unos 11,8 millones de habitantes, con un consumo per cápita de 40 kg de papel al año, será necesario disponer de 472 MT de papel al año, incluidas las importaciones. Cuando en el país se plantea llevar la estructura del consumo de papeles culturales al 40% del total del papel utilizado en el país, esto implica un incremento de 90,6 MT de papel cultural respecto a la capacidad instalada, en estos momentos.

Otras direcciones de desarrollo en esta rama, a partir del bagazo serán: la producción de cartoncillo para la industria de envases, especialmente para los cítricos y los vegetales; así como estabilizar la producción, actualmente experimental, de pulpa para disolver, con destino a la producción de rayón y celofán.

INDUSTRIA FORESTAL y PROCESADORA de la MADERA, en lo que se refiere a sus vínculos con la industria azucarera, debe garantizar el abastecimiento en cantidad y calidad de los tableros de partícula de bagazo, para satisfacer la demanda de muebles generada por la construcción de nuevas viviendas en el intervalo 1985-2000 y la reposición del mobiliario de las viviendas existentes en 1985 que no se deprecian totalmente al año 2000. Con una tecnología similar a la de los tableros de madera artificial, se producirán cajas y palets para el acopio de productos agrícolas, también a partir de bagazo.

INDUSTRIA QUIMICA, y en particular la subrama farmacéutica, debe lograr desarrollos notables a partir de diferentes subproductos de la industria azucarera:

- del azúcar refino, dextrana clínica, sustituto del plasma sanguíneo, y sorbitol para la obtención de vitamina C;
- de la miel final, lisina, también con aplicaciones farmacológica;
- de la cachaza, esteroides para la producción de hormonas;
- del bagazo, pasando por el furfural, la producción de diuréticos.

Otros desarrollos importantes que debe lograr la Industria Química son:

- del furfural, la organización de producciones experimentales de resinas furánicas y plaguicidas.
- de la cachaza, betunes para el consumo nacional, cera para el recubrimiento de los cítricos y aceite para producciones de jabonería y perfumería nacional.
- del bagazo, celofán, y rayón con destino a la confección de ropa interior e hilo para neumáticos.
- de la miel final, ácido cítrico, utilizado como saborizante en la industria conservera. También continuarán las investigaciones sobre la producción de polímeros a partir del alcohol etílico.

INDUSTRIA de BEBIDAS y TABACO, en esta rama el desarrollo más importante está en la producción de alcohol a partir de las mieles finales, o del guarapo (cuando no se produzca azúcar).

Mantener la línea de recuperar levadura *Sacharomyces* y CO₂, éste último, para las necesidades internas de la rama en la producción de refrescos y cerveza.

INDUSTRIA ALIMENTARIA, produce siropes industriales para la producción de cerveza, refresco y confituras.

OTRAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES, esta rama concentra todas las producciones de piensos y forrajes derivadas de la caña y del azúcar con destino a la alimentación animal; incluida la levadura torula y el pienso para aves preparado con lisina y aceite vegetal obtenido de la cachaza. Todas estas líneas se incrementan para garantizar una base alimentaria nacional a la ganadería.

Del conjunto de estas líneas de desarrollo, la tarea que se enfrenta será determinar la localización óptima de las producciones de tableros de partículas, papel gaceta, de imprenta y de escribir, furfural y la producción de azúcar crudo. Estos productos se seleccionaron por reunir diferentes características tecnológicas y diferente estructura de demanda. (Ver Tablas 6-7)

Los **tableros de partícula** constituyen un ejemplo de producción aglomerada a partir del bagazo, se emplean fundamentalmente en la fabricación de, escolares, institucionales y muebles del hogar. La capacidad total instalada en el país debe garantizar la satisfacción de las demandas de muebles, y disponer de un margen equivalente al 30% de esa capacidad para otros usos y la exportación.

En la localización de las nuevas capacidades de tableros, es necesario tener en cuenta la existencia de plantas que se han localizado independientemente y crean un compromiso en el territorio; la búsqueda de relaciones razonables de combinación en la producción de tableros y muebles, que permitan la utilización más eficiente de las capacidades de producción en ambos casos.

Tabla 6. Relación de insumos por tonelada de producto. [76]

Insumo	UM	Tab.Part.	Papel Imp.	Papel Gac.	Furfural
--------	----	-----------	------------	------------	----------

Bagazo	T	2,67	5,60	3,20	27,23
Agua	m ³	0,84	200,00	150,20	1493,60
Fuel-oil	T	0,17	0,55	0,42	0,80
Electricidad	kwh	435,00	440,00	900,00	2060,00
inversiones	\$	465,61	980,00	666,67	4946,54
Pulpa Kraft	T	-	0,17	0,22	-
Urea formaldehido	T	0,10	-	-	-
Ácido sulfúrico	T	-	-	-	0,48
Trabajadores	H	0,007	0,022	0,008	0,036
Área	ha	0,0006	0,0009	0,0004	0,004

Tanto para producir **papel de escribir**, como **gaceta** se requiere someter el bagazo a un proceso preparatorio, en cuanto a las tecnologías para la producción de ambos papeles, para el primero el país cuenta con tecnologías de reconocida eficiencia, sin embargo, para la producción del papel gaceta recién se desarrolló aquí la primera tecnología para su producción económicamente factible a partir de bagazo, y que se encuentra produciendo a escala semi-industrial. En estos momentos, el país cuenta con una capacidad instalada para producir papel de escribir de 92°MT/a que se aprovecha a un 78 % [76], incluyendo una planta cuya construcción terminó en 1984 y no ha alcanzado su plena capacidad [80].

El papel gaceta tiene una demanda nacional, con un 80% del consumo en Ciudad de La Habana donde se editan los diarios y semanarios de circulación nacional, así como publicaciones seriadas especializadas. Sin embargo en las provincias aledañas a la Ciudad de La Habana no existen centrales con suficiente producción de bagazo como para abastecer a una planta de papel; la demanda de papel de escribir se encuentra más distribuida por el país. (Ver tabla 8).

Tabla 7. Consumos anuales de los principales recursos para cada alternativa de capacidad de planta [76]

Producción	Capacidad	Agua	Electricidad	Fuerza Trab.
	MT/a	MMm ³ /a	MMKwh/a	U
Furfural	5	7,50	10,3	180
Tab. Partículas	26	0,02	11,3	182
Tab. Partículas	36	0,03	15,7	252
Papel Imprenta	30	6,00	13,2	660
Papel Imprenta	45	9,00	19,8	990
Papel Imprenta	60	12,0	26,4	320
Papel Gaceta	30	4,5	27,0	240
Papel Gaceta	45	6,7	40,5	360
Papel Gaceta	100	15,0	90,0	800

El **furfural**, se obtiene a través de un proceso de hidrólisis del bagazo, y se trata de una nueva línea de producción, dirigida inicialmente a la exportación, con un mercado garantizado en el CAME de 20 000 T/a [76]. Al consumo nacional se destina la producción de una pequeña planta,

que se usará en las investigaciones para el desarrollo de los derivados furánicos, tarea que ocupa a diversas instituciones científicas del país. Para la localización de la producción de furfural no existen compromisos, aparte de sus factores locacionales y la vinculación con los puertos.

Para la perspectiva estudiada se plantea satisfacer la demanda de tableros para la producción de muebles; incrementar la producción de papel, cubrir el crecimiento de la demanda y sustituir importaciones; y sentar las bases para la producción de derivados furánicos, a partir todo ello del bagazo. Por otro lado, la localización de las plantas, además de cumplir con las condiciones tecnológicas debe ser económicamente eficiente, alcanzando los objetivos propuesto con el mínimo de gastos sociales.

La etapa, que se estudia se caracteriza por la implantación de líneas muy definidas en la política de desarrollo de los derivados del bagazo, buscando aprovechar al máximo las posibilidades de este recurso renovable en la solución de problemas concretos de la economía interna, como son la producción de muebles, el acopio de productos agrícolas, etc., y en la creación de nuevos renglones exportables. Para no incrementar los costos de producción, se consideran como localizaciones factibles aquellos centrales que disponen de una producción de bagazo capaz de satisfacer los requerimientos de las plantas procesadoras.

La idea de basar el desarrollo de la industria de muebles en la producción de tableros parte de la escasez de recursos forestales del país que se a utilizan en producciones donde la madera resulta realmente insustituible. Se realizan investigaciones para elevar la calidad de estos muebles a los estándares de los de madera maciza, sobre todo en los que se refiere a resistencia e impermeabilidad.

También han madurado las investigaciones para la producción de papel gaceta a partir del bagazo, lo que permite pasar a su producción a escala industrial; en el caso del papel, tanto gaceta como de imprenta es necesario reconsiderar los tamaños de planta disponibles en el mercado, ya que se trata de plantas demasiado grandes para ajustarse al bagazo que pueden producir los tamaños de centrales existentes en el país, serían necesarios centrales con una capacidad diaria de molida por encima de 11,5 MT de caña, lo cual significa incrementar el área de caña, en la infraestructura vial y los gastos de transportación porque aumenta el radio de transportación de la caña, concentrar en un punto grandes consumos de recursos, tanto laborales, como universales, lo que puede interferir con el desarrollo de otras producciones en el territorio; mayor complejidad en la gestión empresarial; comprometer la rentabilidad de la producción.

Tabla 8. Estimado de las capacidades de central que pueden suministrar bagazo a los tamaños de planta propuestos¹⁰⁾. [76]

Producto	Capacidad	Demanda de bagazo MT/a	Capacidad Central (90% aprovech.)	
	MT/a		T/d	T/d
Furfural	5	150	4 500	5 000
Tab. Partículas	26	76	2 300	2 600
Tab. Partículas	36	106	3 200	3 600
Papel Imprenta	30	184	5 600	6 200
Papel Imprenta	45	277	8 400	9 300
Papel Imprenta	60	369	11 200	12 400
Papel Gaceta	30	106	3 200	3 600
Papel Gaceta	45	158	4 800	5 300
Papel Gaceta	100	352	10 700	11 900

De esta tabla se desprende que prácticamente todo el desarrollo de derivados del bagazo depende de centrales con capacidad de molienda superior a las 3°000 T/d, esto tiene serias implicaciones territoriales, ya que en la parte occidental del país se concentra el 58% de los centrales pequeños, sin posibilidades de abastecer a estas industrias; por otro lado las grandes capacidades no comprometidas se encuentran en cuatro provincias, la franja Ciego-Holguín, donde no abundan los recursos hidráulicos, implicando un encarecimiento en los costos de abastecimiento de agua. (Ver Tabla 32)

Las producciones estudiadas requieren materias primas nacionales e importadas (Ver Tablas 6-7); para las primeras, se determinan todas las posibilidades de suministro, y después se resuelven pequeños problemas de transportación para encontrar la variante óptima de abastecimiento para cada alternativa de localización. Para las materias primas de importación, se identifican los puertos por donde se reciben.

Todos estos aspectos de alguna forma condicionan la distribución territorial de las producciones que se estudian, y todos ellos deben ser tenidos en cuenta al tomar la decisión de una localización, de modo que si resulta difícil seleccionar los puntos factibles, para la distribución de una producción, más lo será determinar la localización óptima de un conjunto de ellas en el territorio nacional. Para esto último, se emplea el modelo económico-matemático propuesto, de cuya solución se sacan las siguientes conclusiones (Ver Tablas 28-31):

¹⁰⁾ Bajo las hipótesis de 90% de aprovechamiento de la capacidad instalada, 120 días efectivos de zafra, 10% de pérdida en el bagazo producido y no consumo de bagazo combustible.

Las provincias menos favorables para la producción de azúcar son: Pinar del Río, Santiago de Cuba y Guantánamo, sobre todo ésta última. Sólo por la necesidad de aumentar la producción de tableros en el occidente del país se propone un nuevo central en Pinar del Río.

Las opciones para incrementar la producción de azúcar crudo son, producir azúcar en Santiago de Cuba o crear nuevas capacidades. Garantizar el desarrollo de los derivados del bagazo requiere de la concentración de centrales de pequeña capacidad en la parte occidental del país, excepto La Habana, Matanzas y Villa Clara, donde no se cuenta con el resto de los recursos para lograr mayores incrementos en la producción de derivados. De acuerdo con las variantes de capacidad estudiadas hay condiciones favorables para el desarrollo de tableros (ver tabla 5) en La Habana, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Las Tunas.

Es necesario llevar la producción de furfural a 40 MT/a en el período hasta el año 2000, y tienen condiciones favorables para su desarrollo La Habana, Villa Clara, Ciego de Ávila y Holguín, siendo ésta última la de mejores condiciones. El volumen planteado para el papel gaceta se localiza eficientemente en Las Tunas y el papel de imprenta en la provincia de La Habana. De esta forma se perfila la especialización de cada provincia, lo que permitirá una mejor organización territorial de la agroindustria azucarera y elevar la eficiencia del CAI cañero.

3.3 Resultados de la tarea y su análisis

En la investigación de los aspectos relacionados con el perfeccionamiento de la estructura territorial de la industria azucarera los aspectos estudiados fueron la localización óptima de las plantas productoras de derivados del bagazo y la redistribución óptima de la producción de azúcar crudo, buscando favorecer el desarrollo de los derivados. Para su localización conjunta se elaboró un modelo económico matemático (2.7-2.17), considerando que los centrales pequeños no pueden abastecer de materia prima a las plantas de derivados.

Después de la selección de las provincias factibles para la localización de cada producto se preparó la información necesaria para la solución del modelo propuesto, los cálculos para la optimización de la localización de la producción del azúcar crudo y los derivados del bagazo se realizó para dos variantes de volúmenes de producción de azúcar al año 2000: en la primera (variante A) se supone la producción anual de 10 MMT y en la segunda (variante B) se supone que esta producción sea de 12 MMT.

En el modelo también se consideró la localización de cinco productos en las trece provincias productoras de azúcar, teniendo en cuenta los siguientes recursos: volumen de caña disponible, agua, recursos laborales y financieros, y la existencia de parcelas para la construcción industrial. Los cálculos se realizaron para 330 variables (sin contar las artificiales) y 300 restricciones, todas

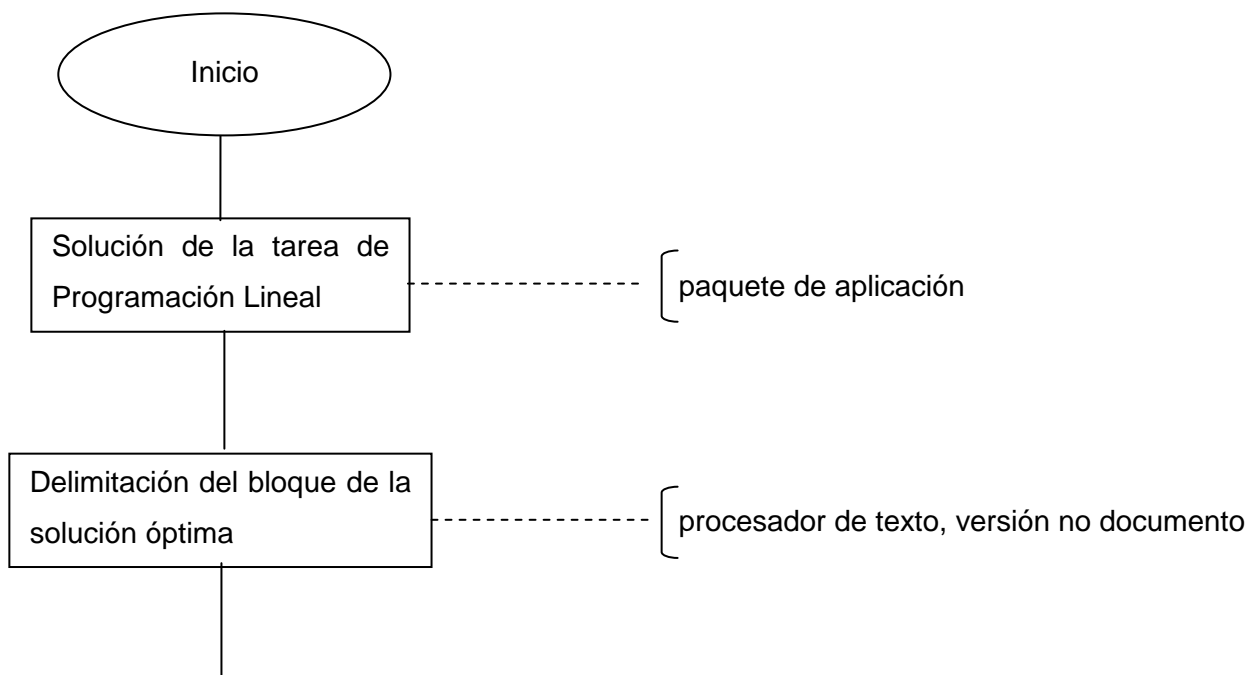
las tareas se resolvieron en una computadora personal Olivetti-24, en el Instituto de Planificación Física, utilizando un paquete de programas para la solución de modelos lineales, con un tiempo de ejecución de 20 minutos.

Como el formato de salida no resultaba cómodo para el análisis de los resultados, se creó un sistema complementario para la edición de las tablas, cuyo principio general consiste en crear una base de datos con la salida del paquete de programación lineal, a partir de una codificación de los posibles formatos de salida se selecciona el deseado y el programa hace los cálculos necesarios para completar la tabla con la estructura requerida, de modo que cada usuario puede definir el formato deseado para sus tablas (Ver Figura 7).

Para este sistema se prepararon dos estructuras, un reporte, tres programas y dos subprogramas. Este sistema ofrece un ahorro de tiempo significativo en el análisis de los resultados, y reduce las posibilidades de introducir errores en su manipulación, al conformar las tablas de análisis. Descontando la codificación, la edición de las tablas no demora más de 15 minutos.

Prácticamente se resuelven dos tareas de optimización para las dos variantes planteadas de producción de azúcar crudo: en la primera se considera que no existen plantas de los productos estudiados, mientras que en la segunda se consideran las capacidades existentes, con restricciones complementarias al crecimiento de las empresas grandes y pequeñas.

Los resultados obtenidos evidencian que para una mayor eficiencia de la producción conjunta de azúcar crudo y derivados del bagazo es necesario comenzar por un esfuerzo serio en la elevación tanto de los rendimientos agrícolas como del recobrado en la industria para alcanzar un empleo máximo del recurso tierra y de las capacidades existentes, sobre todo en las fábricas grandes. También es muy importante llevar centrales pequeños a una capacidad mediana (Ver Tabla 19).



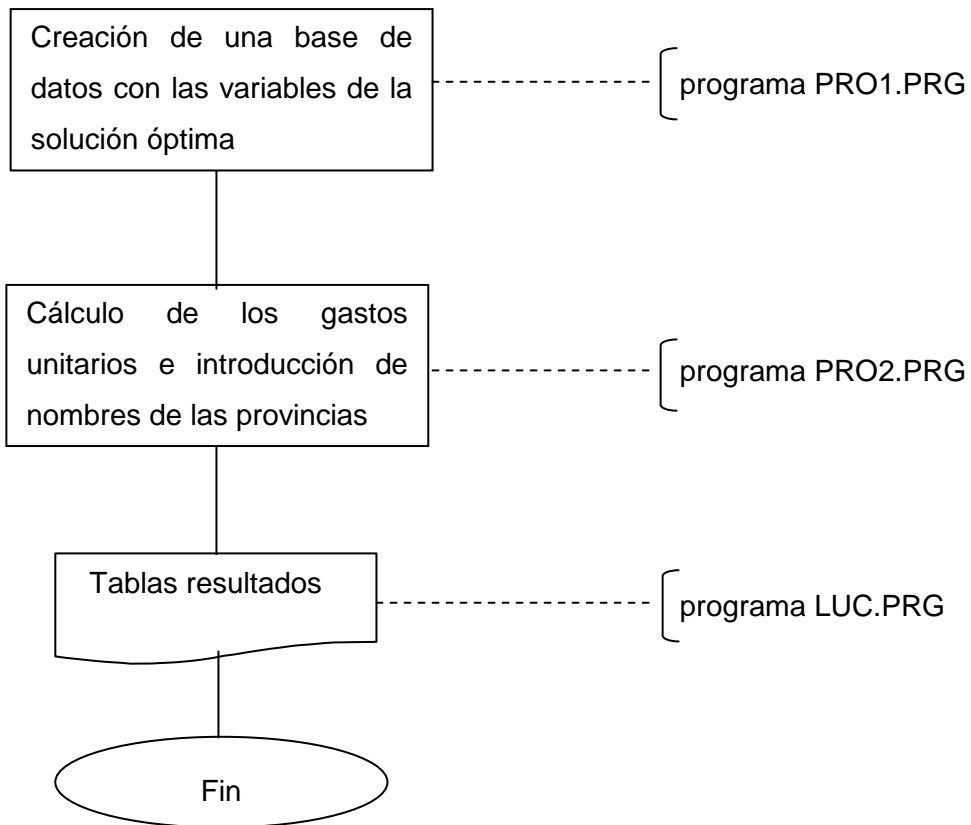


Figura 7. Secuencia de las operaciones en el sistema para la elaboración de las tablas de salida

Tabla 9. Distribución por territorios de la producción de azúcar según las diferentes variantes

Provincias	Variante de 10 MMT azúcar						Variante de 12 MMT azúcar					
	sin capac. instalada			con capac. instalada			sin capac. instalada			con capac. instalada		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
La Habana	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9
Matanzas	1,2	1,3	1,4	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	1,4	1,1	1,1	1,3
Villa Clara	1,3	1,1	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,3	1,3	1,4
Cienfuegos	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9
Sancti Spíritus	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
Ciego de Ávila	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,0	1,2	1,3
Camagüey	1,3	1,4	0,9	1,3	1,4	1,7	1,3	1,4	1,7	1,2	1,4	1,6
Las Tunas	1,0	1,2	1,4	1,0	1,1	1,3	1,0	1,2	1,4	1,0	1,2	1,3
Holguín	0,7	0,5	0,4	0,8	0,9	1,0	0,8	1,1	1,2	0,8	1,0	1,3
Granma	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,1	0,4	0,4	0,4
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	8,8	9,4	10,1	8,7	9,4	10,0	9,5	10,8	12,1	9,4	10,7	12,0

Tabla 10. Distribución de la producción de azúcar según la capacidad de las empresas (MMT)

Provincias	Variante de 10 MMT azúcar sin capacidad instalada								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
La Habana	0,5	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,6	0,2	0,1
Matanzas	1,1	-	1,1	1,1	-	0,2	1,3	-	0,2
Villa Clara	1,0	0,3	-	0,6	0,5	-	0,8	0,6	-
Cienfuegos	-	0,7	-	-	0,8	-	-	0,9	-
Sancti Spíritus	-	0,3	0,3	-	0,3	0,3	-	0,5	0,3
Ciego de Ávila	-	-	0,7	-	-	0,9	-	-	0,9
Camagüey	-	1,3	-	-	1,4	-	-	0,5	0,4
Las Tunas	-	0,2	0,8	-	0,3	0,9	-	0,4	0,9
Holguín	-	0,3	0,4	-	-	0,3	-	-	0,6
Granma	-	0,5	-	-	0,6	-	-	0,7	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	2,6	3,7	2,4	2,3	4,1	3,0	2,7	3,9	3,4

P, fábricas pequeñas

M, fábricas medianas

G, fábricas grandes

Tabla 10. Continuación

Provincias	Variante de 10 MMT azúcar con capacidad instalada								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
La Habana	0,5	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,6	0,2	0,1
Matanzas	1,1	-	0,1	1,3	-	0,2	1,3	-	0,2
Villa Clara	1,0	0,2	-	0,9	0,5	-	0,8	0,7	-
Cienfuegos	-	0,7	-	-	0,8	-	-	0,9	-
Sancti Spíritus	-	0,1	0,3	-	0,4	0,3	-	0,5	0,3
Ciego de Ávila	-	0,2	0,7	-	0,3	0,9	-	0,4	0,9
Camagüey	-	1,3	-	-	1,4	-	-	1,3	0,4
Las Tunas	-	0,2	0,8	-	0,3	0,9	-	0,4	0,9
Holguín	-	0,4	0,4	-	0,5	0,6	-	0,7	0,6
Granma	-	0,5	-	-	0,6	-	-	0,7	-
Santiago de Cuba	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,1
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	2,6	4,3	2,5	2,8	5,0	3,0	2,7	5,9	3,5

Tabla 11. Distribución de la producción de azúcar según la capacidad de las empresas (MMT)

Provincias	Variante de 12 MMT azúcar sin capacidad instalada								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
La Habana	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1
Matanzas	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1
Villa Clara	0,7	0,6	-	0,7	0,6	-	0,7	0,6	-
Cienfuegos	0,2	0,4	-	0,2	0,4	-	-	0,6	-
Sancti Spíritus	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	-	0,3	0,3
Ciego de Ávila	-	0,2	0,7	-	0,3	0,8	-	0,3	0,8
Camagüey	0,1	0,8	0,3	-	1,0	0,3	-	1,0	0,4
Las Tunas	-	0,2	0,8	-	0,3	0,8	-	0,5	0,8
Holguín	-	0,4	0,4	-	0,5	0,4	-	0,5	0,5
Granma	0,3	0,2	-	0,1	0,4	-	0,1	0,6	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	2,3	3,7	2,7	2,0	4,6	2,8	1,7	5,3	3,0

Tabla 11. Continuación

Provincias	Variante de 12 MMT azúcar con capacidad instalada								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-
La Habana	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,4	0,1
Matanzas	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	0,5	0,7	0,1
Villa Clara	0,7	0,6	-	0,7	0,6	-	0,7	0,7	-
Cienfuegos	0,2	0,1	-	0,1	0,7	-	-	0,9	-
Sancti Spíritus	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	-	0,5	0,3
Ciego de Ávila	0,1	0,2	0,7	-	0,4	0,8	-	0,5	0,8
Camagüey	0,1	0,8	0,3	-	1,1	0,3	-	1,2	0,4
Las Tunas	-	0,2	0,8	-	0,4	0,8	-	0,5	0,8
Holguín	-	0,4	0,4	-	0,6	0,4	-	0,8	0,5
Granma	0,3	0,2	-	0,2	0,4	-	-	0,6	-
Santiago de Cuba	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	2,7	3,9	2,8	2,3	5,5	2,9	1,9	7,0	3,1

Tabla 12. Distribución de la producción de tableros de bagazo (MT)

Provincias	Capac.	Variante 10 MMT			Total	Variante 12 MMT			Total
	1985	1990	1995	2000		1990	1995	2000	
Pinar del Río	-	-	25	16	41	37,3	-	3,7	41
La Habana	49,1	133,4	-	-	182,5	133,4	-	-	182,5
Matanzas	3,0	-	-	-	3,0	-	-	-	3,0
Villa Clara	-	216,5	217,5	-	434,0	179,2	199,3	55,5	434,0
Cienfuegos	22,4	-	-	-	22,4	-	-	-	22,4
Sancti Spíritus	-	93,5	14,5	117,5	225,1	132,0	18,0	74,3	225,1
Ciego de Ávila	36,7	271,8	-	-	307,5	271,8	-	-	307,5
Camagüey	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Las Tunas	47,8	322,2	264,5	-	634,5	500,7	-	86,6	634,5
Holguín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granma	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBA	158,0	1037,0	521,5	133,5	1850,0	1254,4	218,1	219,5	1850,0

Tabla 13. Distribución de la producción de furfural (MT)

Provincias	Capac.	Variante 10 MMT				Variante 12 MMT			
	1985	1990	1995	2000	Total	1990	1995	2000	Total
La Habana	-	-	-	7,5	7,5	-	-	7,5	7,5
Villa Clara	-	-	-	9,9	9,9	-	-	9,9	9,9
Ciego de Ávila	-	-	5,9	-	5,9	5,9	-	-	5,9
Holguín	-	16,7	-	-	16,7	14,1	-	2,6	16,7
CUBA	-	16,7	5,9	17,4	40,0	20,0	-	20,0	40,0

Tabla 14. Distribución de la producción de papel (MT)

Provincias	Capacidad	Variante 10 MMT					Variante 12 MMT		
		Papel Gaceta		Capac.	P. Tipográfico		Capac.	P. Tipográfico	
Provincias	1985	2000	Total	1985	1990	Total	1985	1995	Total
La Habana	7,2	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Matanzas	-	-	-	18,0	-	18,0	18,0	-	18,0
Sancti Spíritus	-	-	-	73,0	-	73,0	73,0	-	73,0
Las Tunas	-	70,0	70,0	-	-	-	-	-	-
Granma	-	-	-	-	60,0	60,0	-	60,0	60,0
CUBA	7,2	70,0	77,2	91,0	60,0	151,0	91,0	60,0	91,0

Muy relacionado con los aspectos de la localización de la producción está el tema de los cambios en la estructura territorial de la industria azucarera, los resultados de los cálculos muestran la presencia de cambios positivos en la aceleración del crecimiento de la producción en las regiones más eficientes y su disminución en las menos eficientes (Ver Tablas 9-14), partiendo de lo cual, las provincias se pueden clasificar en tres grupos:

- Un primer grupo al que pertenecen las provincias con una participación en la producción azucarera mayor del 10%, estas provincias tienen un alto nivel de eficiencia agroindustrial, con un gasto de trabajo por unidad de producción inferior a la media del país, ellas son Matanzas, Villa Clara, Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas (este grupo no incluye a Ciego de Ávila en la variante A sin considerar las capacidades existentes) y aparecen en todas las variantes produciendo más del 50% del azúcar del país. En la variante de producir 10 MMT de azúcar sin considerar la capacidad instalada, este grupo produce el 51% del azúcar, con un incremento del 4% en la participación del grupo, debido al fortalecimiento de las provincias occidentales en un 7% a la vez que disminuye el peso de las orientales al 2%. Al introducir la consideración de las capacidades existentes, la producción de este grupo se eleva a un 62% del total nacional, siendo la de las provincias orientales el 38% de la total (14% más que en 1985).
- Al segundo grupo pertenecen las provincias con una participación en la producción de azúcar entre el 6% y el 10%, tienen una productividad del trabajo agroindustrial y un gasto de trabajo por unidad producida alrededor de la media del país. Están las provincias de La Habana, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Holguín y Granma (incluye a Ciego sólo en la variante de 10 MMT sin considerar la capacidad instalada). Estas provincias deben producir alrededor del 39% de todo el azúcar del país.
- Al tercer grupo pertenecen las provincias con una participación en la producción azucarera inferior al 5%. En 1985 la productividad agroindustrial fue un 25% más baja que la media nacional y el gasto de trabajo por unidad de producción industrial un 20% superior a la media nacional. Estas provincias son Pinar del Río, Santiago de Cuba y Guantánamo, si en 1985 produjeron el 14% del azúcar, según los resultados del modelo al año 2000 esta participación debe reducirse sustancialmente. Estas provincias cuentan con condiciones poco favorables para la producción de azúcar, en el resultado del modelo se mantiene un cierto nivel de producción en Pinar del Río por la necesidad de balancear la producción de tableros (Tablas 15 y 16).

Hasta aquí se han discutido los temas generales de la localización óptima de la producción de azúcar, ahora se adelantan los elementos que diferencian las variantes:

En la variante A-2 la productividad del trabajo para el año 2000 se eleva hasta un 42% respecto al año de partida, y la ocupación se reduce al 30%. En la variante B-2 la elevación de la productividad alcanza el 52% del año base y la reducción de la ocupación es del 35% respecto al año 1985. En cuanto a los volúmenes de inversión, en la variante B-2 es un 49% mayor que la A-2, ya que requiere la construcción de 18 fábricas nuevas (6, 5 y 7 en cada quinquenio), y para la producción de 12 MMT es necesaria la construcción de 35 fábricas nuevas (6, 14 y 15 en cada quinquenio).

A la vez es importante determinar en qué variante se alcanza la mayor efectividad de la producción social, cuál estructura territorial de la producción es la más efectiva desde el punto de vista de la sustitución del trabajo vivo con el materializado. Con este objetivo se empleó la metódica desarrollada por Denishenko T.Y. [43, p.7-10]:

1. Calcular la productividad del trabajo en cada variante de desarrollo, para el año final de cada período estudiado, la productividad del trabajo en la variante A-2 es de 13,8 Mpesos/persona y para la B-2 llega a los 14,8 Mpesos/persona.
2. Se calcula el ahorro relativo de trabajo vivo (A_{tv}) como resultado del crecimiento de su productividad después de efectuadas las inversiones en la variante de desarrollo correspondiente en la rama, con la fórmula:

$$A_{tv} = PB_{ji} / P_{ki} - PB_{ji} / P_{ji}$$

Donde,

PB_{ji} , volumen de producción bruta del producto j en la i-ésima variante de desarrollo de la rama.

P_{ki} , P_{ji} , productividad del trabajo en las empresas antes y después de tener lugar la i-ésima variante de desarrollo de la rama.

En la variante A-2 $A_{tv}=49\ 567$ trabajadores y en la B-2 $A_{tv}=68\ 988$ trabajadores

3. Se calcula el ahorro relativo de inversiones con la fórmula:

$$E_{inv} = A_{tv} F_i$$

donde,

F_i , formación de fondos real de la rama en la i-ésima variante.

En la variante A-2 $E_{inv} = 535\,484$ Mpesos y en la B-2 $910\,642$ Mpesos

4. Se calcula el ahorro relativo de salario en el periodo que se estudia, con la fórmula:

$$A_s = S_n \sum_{n=1}^m P_{sn}(m-n)$$

donde,

S_n , salario anual medio en la rama en el n-ésimo año del período que se estudia

n , año del periodo de cálculo

m , año final del período de cálculo

P_{sn} , ahorro relativo de trabajo vivo en el año n del período de cálculo

En la variante A-2 $A_s = 3161,8$ MMpesos y en la B-2 $A_s = 3619,5$ MMpesos.

5. Se calcula el indicador de efectividad de los gastos de trabajo vivo en la rama como resultado del progreso territorial con la fórmula:

$$K_e = (E_{inv} + A_s) / K_B$$

En la variante A-2 $K_e = 2,6$ y en la B-2 $K_e = 1,7$.

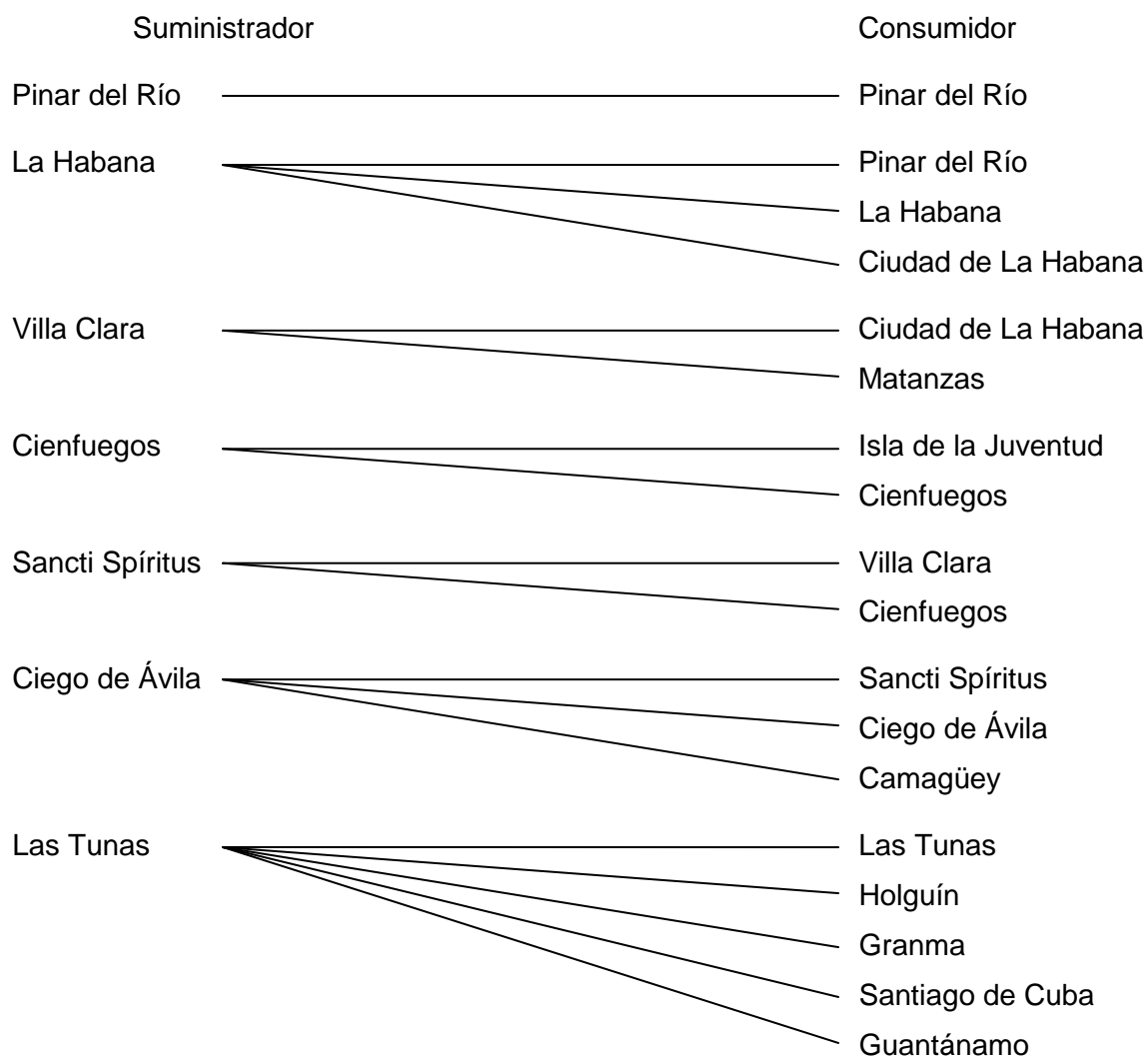
De esto se desprende como mejor variante la A-2, ya que en su implementación se alcanza el mayor ahorro del trabajo social (tabla 17).

Un significado importante tiene el tema de la localización de la producción de los derivados; en todas las variantes examinadas coincide el volumen de producción, y en consecuencia, también lo son los suministros. La estabilidad de los resultados obtenidos evidencia la influencia decisiva que tiene la localización de la producción, para los recursos mencionados, en particular el agua y la disposición de parcelas para construir.

Con el modelo propuesto se realizan los cálculos necesarios para medir la efectividad en los progresos en la estructura territorial de la producción de azúcar crudo, la localización conjunta de azúcar crudo y los productos derivados del bagazo, balanceando la demanda de todas las producciones con los recursos de las provincias. Los cálculos por variantes se realizan según los criterios seleccionados y permiten identificar la variante de mayor efectividad en términos de ahorro de trabajo social. Todas estas tareas deben resolverse en la etapa de las investigaciones previas al planeamiento, y estar dirigidas a elevar el nivel de fundamentación del esquema de desarrollo y distribución de la producción azucarera.

De los vínculos que se muestran más adelante entre la producción de tableros y sus consumos, se hace evidente que existe un déficit en esta producción en las provincias

occidentales, siendo necesario el traslado de grandes volúmenes de tableros desde la provincia Ciego de Ávila hasta Ciudad de La Habana.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El estudio tanto de las premisas generales para la creación y desarrollo del CAI nacional, como de las condiciones generales de los países en desarrollo, (economía, organización territorial, nivel de vida y desarrollo científico-técnico) permite concluir que Cuba tiene posibilidades de crear CAI ramales especializados, como son el cañero, el citrícola, el arrocero, el cárnico y el piscícola.
2. A pesar de que desde los primeros días del triunfo de la Revolución se le dedicó una atención especial al incremento de la producción de derivados de la caña de azúcar, y se han destinado recursos para llevar estos proyectos a la práctica, hasta ahora no se han obtenido resultados que se correspondan con el esfuerzo realizado.
3. El análisis de la estructura territorial existente en la industria azucarera permite formar tres grupos de provincia: en el primero aquellas en las cuales la industria azucarera tiene un papel preponderante; el segundo, donde ocupa una posición media; y el tercero, aquellas con condiciones desfavorables para el desarrollo de esta producción, y donde sólo se cuenta con fábricas pequeñas.
4. Particular importancia debe dedicársele a la elaboración de los esquemas perspectivas de desarrollo y localización de las fuerzas productivas con el objetivo de lograr una interacción permanente entre las empresas y la compatibilidad de los intereses ramales con los territoriales. Estas tareas deben resolverse sobre la base del planteamiento y solución de numerosas variantes de desarrollo y localización integrales de la producción, las cuales se solucionan de forma relativamente rápida con el empleo de métodos económico-matemáticos, en particular la modelación económico-matemática.
5. El análisis de posibles criterios de optimización permitió concluir que el criterio de maximizar la ganancia sólo puede utilizarse bajo condiciones muy concretas de formación de precios, que por el momento no se tienen en Cuba, por lo cual resulta más racional el criterio de minimizar los gastos de la economía nacional expresados a través de los gastos reducidos.
6. En la selección de las provincias factibles para la localización de la producción de derivados jugó un papel decisivo la presencia de agua, los restantes factores no tuvieron una incidencia significativa.

7. El análisis de los resultados de la tarea de localización integral de las producciones de azúcar crudo y derivados, condujo a la necesidad de lograr los niveles de rendimientos agrícolas y eficiencia industrial previstos, para lograr los volúmenes de azúcar y bagazo demandados.
8. La comparación entre las respuestas obtenidas para el desarrollo y localización de la industria cañera desde el punto de vista de un empleo eficiente del trabajo vivo, evidencia que con la variante de producir 10 MMton de azúcar se logra un efecto significativamente mayor de las inversiones para pasar a una nueva tecnología.
9. Los resultados de la tarea de optimización permitieron cuestionar la conveniencia de continuar utilizando las capacidades instaladas en las provincias de Pinar del Río, Santiago de Cuba y Guantánamo, que en la actualidad no son eficientes.
10. El análisis de las evaluaciones duales muestra que el recurso más deficitario lo constituyen las parcelas para la construcción industrial, elevándose hasta 1,5 MM pesos por cada ha no utilizada en La Habana y Villa Clara, donde se podrían instalar plantas de tableros, producción que a su vez es la más deficitaria, llegando a ser los valores duales tres veces más altos que para el furfural. Por ello es necesario estudiar la posibilidad de aumentar el valor real de parcelas disponibles para la construcción industrial en esas provincias. El segundo producto deficitario es la caña de azúcar, sobre todo en la variante de producir 12 MM ton de azúcar crudo. Para 10 MMton lo es en Las Tunas, Granma, Cienfuegos y La Habana, para 12 MMton lo es además en Matanzas, Villa Clara, Camagüey, Ciego de Ávila y Holguín. De esto se desprende la necesidad de estudiar un posible incremento de la producción de azúcar en las provincias del primer grupo con la ampliación de las áreas dedicadas al cultivo de caña a cuenta del área que dejaría de emplearse para ello en las provincias que no tienen condiciones satisfactorias para el desarrollo de este cultivo.
11. Todo lo anterior lleva a recomendar el fortalecimiento de las investigaciones pre-plan, relacionadas con la elaboración del esquema de desarrollo y localización del CAI cañero a largo plazo.

ANEXO

Tabla 15. Fuerza de trabajo en la industria azucarera por años para cada variante de solución (trabajadores / ton)

Provincia	1985	Variante A-2			Variante B-2		
		1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	0,028	-	0,020	0,020	0,021	0,021	0,020
La Habana	0,010	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015
Matanzas	0,014	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011
Villa Clara	0,017	0,014	0,013	0,013	0,014	0,013	0,012
Cienfuegos	0,016	0,014	0,014	0,014	0,014	0,010	0,009
Sancti Spíritus	0,018	0,016	0,014	0,014	0,016	0,012	0,009
Ciego de Ávila	0,013	0,011	0,010	0,010	0,011	0,010	0,009
Camagüey	0,013	0,011	0,010	0,010	0,011	0,009	0,009
Las Tunas	0,016	0,012	0,011	0,011	0,012	0,011	0,010
Holguín	0,018	0,015	0,014	0,014	0,015	0,013	0,012
Granma	0,019	0,016	0,013	0,013	0,016	0,013	0,010
Santiago de Cuba	0,021	-	-	-	0,014	0,014	0,014
Guantánamo	0,038	-	-	-	-	-	-
Cuba	0,017	0,013	0,012	0,012	0,014	0,012	0,011

Tabla 16. Productividad del trabajo en la industria azucarera por años para cada variante (M pesos / trabajador)

Provincia	1985	Variante A-2			Variante B-2		
		1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	5,6	-	7,9	8,2	7,6	7,8	8,0
La Habana	8,3	10,0	10,2	10,4	10,0	10,2	11,0
Matanzas	11,5	13,2	13,3	13,5	13,2	13,3	14,7
Villa Clara	9,3	11,6	12,3	12,3	14,5	12,3	12,8
Cienfuegos	10,5	11,5	11,6	14,9	11,5	15,4	18,3
Sancti Spíritus	9,2	10,4	11,7	13,8	10,4	12,9	18,5
Ciego de Ávila	12,7	14,4	15,4	15,7	14,4	16,1	17,1
Camagüey	12,1	15,0	16,7	16,9	15,0	17,4	18,0
Las Tunas	10,1	13,1	14,1	15,8	13,1	14,8	15,8
Holguín	8,4	10,4	11,6	11,8	10,4	12,4	13,8
Granma	9,0	9,8	12,5	15,3	9,8	12,0	16,7
Santiago de Cuba	7,8	-	-	-	11,5	11,6	11,8
Guantánamo	4,2	-	-	-	-	-	-
Cuba	9,7	12,0	12,9	13,8	11,9	13,4	14,8

Tabla 17. Inversiones para el desarrollo de la industria azucarera por provincias para cada variante (MM pesos)

Provincia	Variante A-2					Variante B-2				
	1990	1995	2000	Total	%	1990	1995	2000	Total	%
Pinar del Río	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Habana	-	-	-	-	-	-	-	77,4	77,4	3
Matanzas	77,4	-	-	77,4	6	77,4	-	154,9	232,3	9
Villa Clara	154,9	-	-	154,9	11	154,9	-	77,4	232,3	9
Cienfuegos	-	-	154,9	154,9	11	-	232,3	154,9	387,2	15
Sancti Spíritus	-	-	154,9	154,9	11	-	154,9	154,9	309,8	11
Ciego de Ávila	-	77,4	-	77,4	6	-	154,9	77,4	232,3	9
Camagüey	77,4	77,4	-	154,9	11	77,4	154,9	77,4	309,7	11
Las Tunas	154,9	-	154,9	309,8	22	154,9	77,4	77,4	309,7	11
Holguín	-	77,4	-	77,4	6	-	154,9	154,9	309,8	11
Granma	-	154,9	77,4	232,3	16	-	154,9	154,9	309,8	11
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	464,6	387,1	542,1	1 393,8	100	464,6	1 084,2	1 161,5	2 710,3	100

Tabla 18. Distribución de la industria azucarera por provincias en el año 1985

Provincia	Etapa agrícola			Etapa industrial					
	Área de caña de azúcar (M ha)	Rendimiento (ton / ha)	Trabajadores (Mtrab)	Productividad de la zafra (unidades)	Cantidad fábricas (unidades)	Capacidad Instalada (M ton/ día)	Cantidad Trabajadores (M personas)	Contenido Azúcar (%)	Producción Azúcar (MT)
Pinar del Río	43,6	54,1	7,4	97	5	17,6	5,0	11,09	175,6
La Habana	114,5	65,2	11,8	100	16	55,9	13,0	11,59	664,4
Matanzas	177,4	54,3	16,2	104	20	69,2	13,1	12,15	930,4
Villa Clara	207,5	50,2	22,4	102	28	80,4	17,5	12,71	1 011,9
Cienfuegos	122,2	51,7	13,7	108	12	43,1	8,7	12,06	567,0
Sancti Spíritus	112,3	43,8	11,5	104	9	33,9	7,8	12,29	446,4
Ciego de Ávila	190,1	48,3	19,0	109	9	72,0	11,7	11,89	916,9
Camagüey	239,9	50,2	24,8	103	14	84,1	13,2	11,87	986,4
Las Tunas	216,2	44,7	23,5	109	6	58,2	11,5	12,06	725,2
Holguín	179,4	45,5	20,8	98	10	60,7	13,6	11,55	707,6
Granma	101,1	51,8	17,5	107	11	37,1	8,6	11,71	477,3
Santiago de Cuba	72,7	45,5	12,6	82	8	29,3	6,0	12,20	290,4
Guantánamo	54,3	45,8	6,1	89	6	12,9	4,0	12,03	104,0
Cuba	1831,2	50,0	207,3	103	154	654,4	133,7	11,99	8 003,9

Tabla 19. Estructura territorial de la industria azucarera en el año 1985 (por cientos)

Provincia	Etapa agrícola			Etapa industrial				
	Área de caña de azúcar	Densidad empleo (trab / ha)	Trabajadores	Cantidad fábricas	Capacidad Instalada	Producción Azúcar	Productividad (ton / trab)	Trabajadores
Pinar del Río	2,4	0,17	3,6	3,3	2,7	2,2	35,1	3,7
La Habana	6,2	0,10	5,7	10,4	8,5	8,3	51,1	9,7
Matanzas	9,7	0,09	7,8	13,0	10,6	11,6	71,0	9,8
Villa Clara	11,3	0,11	10,8	18,2	12,3	12,6	57,8	13,1
Cienfuegos	6,7	0,11	6,6	7,8	6,6	7,1	65,2	6,5
Sancti Spíritus	6,1	0,10	5,6	5,8	5,2	5,6	57,2	5,8
Ciego de Ávila	10,4	0,10	9,2	5,8	11,0	11,5	78,4	8,8
Camagüey	13,1	0,10	12,0	9,1	12,8	12,3	74,7	9,9
Las Tunas	11,8	0,11	11,3	3,9	8,9	9,1	63,1	8,6
Holguín	9,8	0,11	10,0	6,5	9,3	9,8	52,0	10,2
Granma	5,5	0,17	8,4	7,1	5,6	6,0	55,5	6,4
Santiago de Cuba	4,0	0,17	6,1	5,2	4,5	3,6	48,4	4,5
Guantánamo	3,0	0,11	2,9	3,9	2,0	1,3	26,0	3,0
Cuba	100,0	0,11	100,0	100,0	100,0	100,0	59,9	100,0

Tabla 20. Concentración territorial de la industria azucarera en el año 1985

Provincia	Centrales pequeños			Centrales medianos			Centrales grandes		
	Cantidad (U)	Capacidad (MT anuales)	Producción azúcar (M Ton)	Cantidad (U)	Capacidad (MT anuales)	Producción azúcar (M Ton)	Cantidad (U)	Capacidad (MT anuales)	Producción azúcar (M Ton)
Pinar del Río	3	7,1	88,5	2	10,5	87,1	-	-	-
La Habana	11	26,6	338,1	4	18,9	230,8	1	10,4	95,5
Matanzas	14	34,9	467,5	5	26,4	380,7	1	8,1	82,2
Villa Clara	22	52,0	730,0	6	28,4	281,2	-	-	-
Cienfuegos	6	15,6	222,3	6	27,5	345,1	-	-	-
Sancti Spíritus	6	12,9	169,3	2	8,4	107,6	1	12,6	169,5
Ciego de Ávila	1	2,6	36,9	3	14,8	201,3	5	54,6	678,7
Camagüey	3	7,6	78,6	9	52,4	642,1	2	24,1	265,7
Las Tunas	-	-	-	1	4,6	62,7	5	53,6	662,5
Holguín	1	3,4	46,2	6	26,1	359,5	3	31,2	301,9
Granma	8	19,4	303,9	3	17,7	173,4	-	-	-
Santiago de Cuba	5	11,7	138,5	2	9,5	96,0	1	8,1	55,9
Guantánamo	6	12,9	104,0	-	-	-	-	-	-
Cuba	86	206,7	2 724,5	49	245,2	2 967,5	19	202,7	2 311,9

Tabla 21. Gastos en la producción de azúcar en 1985 (pesos / ton)

Provincia	Centrales Pequeños	Centrales Medianos	Centrales Grandes
Pinar del Río	286,00	308,00	-
La Habana	176,00	220,00	198,00
Matanzas	198,00	220,00	132,00
Villa Clara	198,00	242,00	-
Cienfuegos	220,00	176,00	-
Sancti Spiritus	264,00	264,00	176,00
Ciego de Ávila	264,00	220,00	176,00
Camagüey	286,00	198,00	198,00
Las Tunas	-	132,00	132,00
Holguín	264,00	220,00	154,00
Granma	286,00	154,00	-
Santiago de Cuba	352,00	286,00	242,00
Guantánamo	374,00	-	-
Cuba	264,00	220,00	176,00

Tabla 22. Rendimientos pronosticados para la caña de azúcar por quinquenios (ton / ha)

Provincia	1990	1995	2000
Pinar del Río	69,0	77,1	84,0
La Habana	75,0	83,0	91,7
Matanzas	72,0	79,0	99,5
Villa Clara	65,0	70,0	76,0
Cienfuegos	67,0	74,0	78,0
Sancti Spíritus	63,0	67,0	75,0
Ciego de Ávila	58,0	72,0	77,0
Camagüey	58,0	64,0	75,0
Las Tunas	50,3	59,0	67,0
Holguín	53,0	67,0	75,0
Granma	59,0	67,0	78,0
Santiago de Cuba	55,0	64,0	76,0
Guantánamo	53,4	64,2	70,0
Cuba	60,4	68,7	76,8

Tabla 23. Rendimiento industrial pronosticado por quinquenios (por cientos)

Provincia	Centrales pequeños			Centrales medianos			Centrales grandes		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	11,1	11,3	11,0	11,2	11,7	12,0	-	-	-
La Habana	11,5	11,5	11,6	11,3	11,8	12,0	11,8	12,2	12,5
Matanzas	12,0	12,0	12,1	11,8	12,0	12,2	12,0	12,3	12,5
Villa Clara	12,5	12,5	12,5	12,3	12,5	12,6	-	-	-
Cienfuegos	11,9	11,9	12,0	12,0	12,2	12,3	-	-	-
Sancti Spíritus	11,1	11,2	11,6	12,1	12,3	12,4	13,4	13,4	13,5
Ciego de Ávila	12,5	12,5	12,5	12,8	12,9	13,0	11,8	12,2	12,5
Camagüey	11,2	11,4	11,6	12,1	12,3	12,4	12,4	12,0	12,5
Las Tunas	-	-	-	11,4	12,0	12,5	12,3	12,5	12,7
Holguín	11,0	11,3	11,5	11,7	12,1	12,4	11,6	12,1	12,5
Granma	11,8	11,9	12,0	11,4	11,8	12,0	-	-	-
Santiago de Cuba	12,5	12,5	12,5	12,0	12,2	12,4	11,5	12,0	12,5
Guantánamo	11,9	11,9	12,0	-	-	-	-	-	-

Tabla 24. Cantidad de bagazo integral en la producción de azúcar (ton)

Provincia	Centrales pequeños			Centrales medianos			Centrales grandes		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	-	-	-
La Habana	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
Matanzas	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2
Villa Clara	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	-	-	-
Cienfuegos	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	-	-	-
Sancti Spíritus	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0
Ciego de Ávila	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,3	2,2	2,2
Camagüey	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,4	2,3	2,2
Las Tunas	-	-	-	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
Holguín	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,4	2,3	2,2
Granma	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	-	-	-
Santiago de Cuba	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,4	2,3	2,2
Guantánamo	2,3	2,3	2,2	-	-	2,3	-	-	-

Tabla 25. Consumo unitario de caña de azúcar en la producción de azúcar (ton)

Provincia	Centrales pequeños			Centrales medianos			Centrales grandes		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	9,0	8,8	8,7	8,9	8,5	8,3	-	-	-
La Habana	8,7	8,7	8,6	8,8	8,5	8,3	8,4	8,2	8,0
Matanzas	8,3	8,3	8,3	8,4	8,3	8,2	8,3	8,3	8,0
Villa Clara	8,0	8,0	8,0	8,1	8,0	7,9	-	-	-
Cienfuegos	8,4	8,4	8,3	8,3	8,2	8,2	-	-	-
Sancti Spíritus	9,0	8,9	8,6	8,3	8,1	8,0	7,5	7,5	7,4
Ciego de Ávila	8,0	8,0	8,0	7,8	7,7	7,7	8,5	8,5	8,0
Camagüey	8,9	8,6	8,6	8,3	8,1	8,1	8,7	8,7	8,0
Las Tunas	-	-	-	8,8	8,3	8,0	8,1	8,1	7,8
Holguín	9,1	8,8	8,7	8,5	8,3	8,1	8,6	8,6	8,0
Granma	8,5	8,4	8,3	8,7	8,5	8,3	-	-	-
Santiago de Cuba	8,0	8,0	8,0	8,3	8,2	8,0	8,7	8,3	8,0
Guantánamo	8,4	8,4	8,0	-	-	8,2	-	-	-

Tabla 26. Volumen anual de recursos para la producción de derivados del bagazo /76/

Provincia	Agua (MM m ³)	Suelo (ha)	Recursos laborales (M trab)
Pinar del Río	0,02	120	8,0
La Habana	13,53	110	7,0
Matanzas	-	-	-
Villa Clara	15,85	300	12,0
Cienfuegos	-	-	-
Sancti Spíritus	4,53	300	4,0
Ciego de Ávila	9,00	500	4,0
Camagüey	-	-	-
Las Tunas	11,00	500	8,0
Holguín	25,50	400	15,0
Granma	18,46	300	17,0
Santiago de Cuba	0,03	100	17,0
Guantánamo	0,03	100	6,0
Cuba	97,95	2 730	98,0

Tabla 27. Demanda de muebles para el hogar al año 2000 (M conjuntos) /76/

Provincia	Población (M personas)	Nuevas construcciones	Reposición	Total
Pinar del Río	801,2	89,2	127,3	216,5
La Habana	713,1	56,6	140,5	197,1
Ciudad de La Habana	2 175,0	188,5	452,5	641,0
Matanzas	677,2	54,9	131,0	185,9
Villa Clara	917,0	74,4	173,6	248,0
Cienfuegos	426,7	39,4	76,9	116,3
Sancti Spíritus	469,7	35,3	92,5	127,8
Ciego de Ávila	433,0	42,5	75,8	118,3
Camagüey	892,4	92,7	149,3	242,0
Las Tunas	534,0	51,7	91,9	143,6
Holguín	1 104,5	118,4	180,0	298,4
Granma	900,2	101,5	138,8	240,3
Santiago de Cuba	1 101,7	129,8	176,0	305,8
Guantánamo	554,3	62,1	86,6	148,7
Isla de la Juventud	100,0	13,5	12,9	26,4
Cuba	11 800,0	1 150,5	2 105,6	3 256,1

Tabla 28. Distribución territorial de las capacidades en centrales azucareros en las soluciones óptimas (%) *

Provincia	Variante - A								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	-	-	-	100	-	-	100	-
La Habana	43	43	14	50	37	13	50	37	13
Matanzas	45	45	10	45	45	10	45	45	10
Villa Clara	54	46	-	54	46	-	54	46	-
Cienfuegos	33	67	-	33	67	-	-	100	-
Sancti Spíritus	33	17	50	17	33	50	-	50	50
Ciego de Ávila		22	78	-	27	73	-	27	73
Camagüey	8	67	25	-	77	23	-	71	29
Las Tunas	-	20	80	-	27	73	-	38	62
Holguín	-	50	50	-	56	44	-	50	50
Granma	60	40	-	20	80	-	14	86	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	26	43	31	21	49	30	17	53	30

* P, pequeña capacidad; M, mediana capacidad; G gran capacidad

Cont...

Tabla 28. ...Cont

Provincia	Variante - B								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	50	50		50	50	-	50	50	-
La Habana	43	43	14	50	37	13	44	44	12
Matanzas	45	45	10	45	45	10	30	51	8
Villa Clara	54	46	-	54	46	-	50	50	-
Cienfuegos	33	67	-	13	87	-	-	100	-
Sancti Spíritus	33	17	50	14	43	43	-	62	38
Ciego de Ávila	10	20	70	-	33	67	-	38	62
Camagüey	8	67	25	-	79	21	-	75	25
Las Tunas	-	20	80	-	33	67	-	38	62
Holguín	-	50	50	-	60	40	-	62	38
Granma	60	40	-	33	67	-	-	100	-
Santiago de Cuba	50	25	25	50	25	25	50	25	25
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	29	41	30	22	51	27	16	58	26

Tabla 29. Estructura territorial de la producción en la industria azucarera (%)

Provincia	Variante A			Variante B		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	-	1	1	2	2	2
La Habana	8	8	8	7	8	7
Matanzas	13	12	11	12	10	11
Villa Clara	15	14	13	14	12	12
Cienfuegos	7	6	6	6	7	7
Sancti Spíritus	7	6	6	6	7	7
Ciego de Ávila	10	12	11	11	11	11
Camagüey	14	14	14	13	13	13
Las Tunas	11	12	13	11	11	11
Holguín	9	10	10	9	9	11
Granma	6	5	7	5	6	5
Santiago de Cuba	-	-	-	4	4	3
Guantánamo	-	-	-	-	-	-
Cuba	100	100	100	100	100	100

Tabla 30. Estructura territorial de la producción de la industria azucarera (%)

Provincia	Variante A					
	1			2		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	-	-	1	-	-1	1
La Habana	9	9	9	8	8	8
Matanzas	13	14	14	13	12	11
Villa Clara	14	12	15	15	14	13
Cienfuegos	9	9	10	7	6	6
Sancti Spíritus	7	7	8	7	6	6
Ciego de Ávila	9	10	9	10	12	11
Camagüey	14	15	9	14	14	14
Las Tunas	11	12	13	11	12	13
Holguín	8	6	5	9	10	10
Granma	6	6	7	6	5	7
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-
Cuba	100	100	100	100	100	100

Cont...

Tabla 30. ...Cont

Provincia	Variante B					
	1			2		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	1	1	1	2	2	2
La Habana	8	8	8	7	8	7
Matanzas	12	12	12	12	10	11
Villa Clara	13	13	12	14	12	12
Cienfuegos	8	8	8	6	7	7
Sancti Spíritus	7	6	6	6	7	7
Ciego de Ávila	10	12	12	11	11	11
Camagüey	13	13	14	13	13	13
Las Tunas	10	11	11	11	11	11
Holguín	9	10	10	9	9	11
Granma	6	6	6	5	6	5
Santiago de Cuba	3	-	-	4	4	3
Guantánamo	-	-	-	-	-	-
Cuba	100	100	100	100	100	100

Tabla 31. Estructura de la producción de azúcar por tamaño de central (%)

Provincia	Variante – A-1								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	-	-	-	100	-	-	100	-
La Habana	66	19	15	70	15	15	64	23	13
Matanzas	92	-	8	89	-	11	90	-	10
Villa Clara	79	21	-	53	47	-	56	44	-
Cienfuegos	-	100	-	-	100	-	-	100	-
Sancti Spíritus	-	54	46	-	53	47	-	62	38
Ciego de Ávila	-	-	100	-	-	100	-	-	100
Camagüey	-	100	-	-	100	-	-	56	44
Las Tunas	-	24	76	-	23	77	-	32	68
Holguín	-	42	58	-	-	100	-	-	100
Granma	-	100	-	-	100	-	-	100	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	23	43	28	25	44	31	29	35	36

Cont...

Tabla 31. ...Cont

Provincia	Variante – B-1								
	1990			1995			2000		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Pinar del Río	-	100-	-	-	100	-	-	100	-
La Habana	66	19	15	70	15	15	64	23	13
Matanzas	92	-	8	89	-	11	90	-	10
Villa Clara	83	17	-	66	37	-	56	44	-
Cienfuegos	-	100	-	-	100	-	-	100	-
Sancti Spíritus	-	58	42	-	58	42	-	62	38
Ciego de Ávila	-	22	78	-	26	74	-	31	69
Camagüey	-	100	-	-	100	-	-	78	22
Las Tunas	-	24	76	-	23	77	-	32	68
Holguín	-	50	50	-	51	49	-	-56	44
Granma	-	100	-	-	100	-	-	100	-
Santiago de Cuba	-	63	37	-	-	-	-	-	100
Guantánamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	27	46	27	25	47	28	23	49	28

Tabla 32. Gastos unitarios previstos en la producción de azúcar por variantes (pesos / ton)

Provincias	Variante A-1			Variante B-1		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río	187,64	208,03	308,01	307,99	308,00	308,01
La Habana	187,64	186,28	189,66	187,64	186,28	189,66
Matanzas	192,80	192,92	190,83	192,81	166,95	190,83
Villa Clara	207,04	218,49	217,45	205,48	212,84	217,45
Cienfuegos	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00
Sancti Spíritus	221,58	270,57	228,11	224,46	223,77	228,11
Ciego de Ávila	176,00	176,00	176,00	186,83	188,02	190,02
Camagüey	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
Las Tunas	132,00	132,00	134,00	132,00	137,00	137,00
Holguín	182,00	154,00	154,00	187,00	187,61	190,95
Granma	154,00	154,00	154,00	154,00	154,00	154,00
Santiago de Cuba	-	-	-	269,86	-	241,99
Guantánamo	-	-	-	-	-	-
Cuba	185,36	182,61	183,35	188,74	183,27	188,03

Cont ...

Tabla 32. ...Cont

Provincias	Variante A-2			Variante B-2		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Pinar del Río		308,00	308,00	297,00	297,00	297,00
La Habana	198,00	195,25	195,25	198,00	195,25	198,00
Matanzas	202,00	202,00	202,00	202,00	202,00	204,76
Villa Clara	217,45	218,30	218,30	218,30	218,30	220,00
Cienfuegos	190,66	190,66	176,00	190,66	181,50	176,00
Sancti Spíritus	220,00	270,00	170,00	220,00	220,00	231,00
Ciego de Ávila	185,77	188,00	188,00	193,60	188,00	192,92
Camagüey	205,33	198,00	198,00	193,60	198,00	198,00
Las Tunas	132,00	132,00	132,00	132,00	132,00	132,00
Holguín	187,00	190,66	171,66	171,66	193,60	194,61
Granma	233,20	180,40	172,85	233,20	198,00	154,00
Santiago de Cuba	-	-	-	308,00	-308,00	-308,00
Guantánamo	-	-	-	-	-	-
Cuba	195,72	187,82	184,88	203,38	196,14	196,90

Tabla 33. Distribución de la caña de azúcar y las capacidades de producción para su elaboración en la variante A2 (M ton)

Provincias	Caña de Azúcar				Capacidad industrial para su elaboración				Excedentes de caña de azúcar			
	1985	1990	1995	2000	1985	1990	1995	2000	1985	1990	1995	2000
Pinar del Río	1 796	2 256	2 518	2 747	1 583	-	851	833	182	2 267	1 667	1 914
La Habana	5 599	6 449	7 127	7 875	5 732	6 105	6 831	6 723	-133	344	296	1 152
Matanzas	7 225	9 580	10 511	11 775	7 658	9 209	9 119	9 031	-433	371	1 392	2 744
Villa Clara	7 812	10 116	10 894	11 827	7 961	10 462	10 400	10 369	-149	-346	494	1 458
Cienfuegos	4 738	4 140	6 782	7 149	4 705	5 000	4 965	4 894	33	1 140	1 817	2 255
Sancti Spíritus	3 689	5 306	5 643	6 317	3 632	4 881	4 747	4 637	57	425	896	1 680
Ciego de Ávila	6 886	8 269	10 265	10 978	7 711	7 513	8 872	8 708	-825	756	1 393	2 270
Camagüey	9 031	10 434	11 513	13 492	8 310	10 145	10 643	11 277	721	289	870	2 215
Las Tunas	7 249	8 157	9 568	10 865	6 013	8 323	8 874	10 289	1 236	-66	694	575
Holguín	6 122	7 131	9 015	10 091	6 126	6 861	7 432	8 029	-4	270	1 583	2 062
Granma	3 928	4 474	5 080	5 914	4 076	4 290	4 230	5 835	-148	184	860	79
Santiago de Cuba	2 481	2 999	3 490	4 144	2 380	-	-	-	101	2 999	3 490	4 144
Guantánamo	1 865	2 175	2 493	2 851	864	-	-	-	1 001	2 175	2 493	2 851
Cuba	68 394	83 786	94 899	106 025	66 751	72 689	76 964	80 625	1 643	10 797	17 935	25 400

Cont ...

Tabla 34. Distribución de la caña de azúcar y las capacidades de producción para su elaboración en la variante B2 (M ton)

Provincias	Caña de Azúcar				Capacidad industrial para su elaboración				Excedentes de caña de azúcar			
	1985	1990	1995	2000	1985	1990	1995	2000	1985	1990	1995	2000
Pinar del Río	1 769	2 256	2 518	2 747	1 583	1 787	1 733	1 702	182	469	785	1 045
La Habana	5 599	6 449	7 127	7 875	5 732	6 105	6 831	7 552	-133	344	296	323
Matanzas	7 225	9 580	10 511	11 775	7 658	9 209	9 119	10 665	-433	371	1 392	1 110
Villa Clara	7 812	10 116	10 894	11 827	7 961	10 462	10 400	11 164	-149	-346	494	663
Cienfuegos	4 738	6 140	6 782	7 149	4 705	4 989	6 594	7 512	33	1151	188	-363
Sancti Spíritus	3 689	5 306	5 643	6 317	3 632	4 881	5 559	6 248	57	425	84	69
Ciego de Ávila	6 886	8 269	10 265	10 978	7 711	8 312	9 648	10 246	-825	-43	617	732
Camagüey	9 031	10 434	11 513	13 492	8 310	10 145	11 458	12 893	721	289	55	599
Las Tunas	7 249	8 157	9 568	10 865	6 013	8 232	9 707	10 289	1 236	-75	-139	576
Holguín	6 122	7 131	9 015	10 091	6 126	6 861	8 257	10 446	-4	270	758	-355
Granma	3 928	4 474	5 080	5 914	4 076	4 290	5 071	5 000	-148	184	9	914
Santiago de Cuba	2 881	2 999	3 490	4 144	2 380	3 297	3 247	3 201	101	-298	243	943
Guantánamo	1 865	2 175	2 493	2 851	864	-	-	-	1 001	2 175	2 493	2 851
Cuba	68 394	83 486	94 899	106 025	66 751	78 570	87 624	96 918	1 643	4 916	7 275	9 107

Tabla 35. Valores duales de los recursos

Provincias	Variante A-2			Variante B-2		
	Caña de azúcar (pesos / ton)	Agua (pesos / m ³)	Suelo (pesos por ha)	Caña de azúcar (pesos / ton)	Agua (pesos / m ³)	Suelo (pesos por ha)
Pinar del Río	-	-	-	-	-	-
La Habana	10,16	-	808 588,00	26,50	-	611 232,00
Matanzas	2,65	-	-	19,68	-	-
Villa Clara	2,75	0,44	631 437,00	20,43	0,25	502 629,00
Cienfuegos	10,66	-	-	27,79	-	-
Sancti Spíritus	-	-	-	2,73	-	-
Ciego de Ávila	-	2,17	-	12,51	1,63	-
Camagüey	2,65	-	-	19,91	-	-
Las Tunas	26,75	-	-	42,97	-	-
Holguín	-	2,33	-	11,60	1,79	-
Granma	18,01	-	-	34,55	-	-
Santiago de Cuba	-	-	-	-	-	-
Guantánamo	-	-	-	-	-	-

Tabla 36. Evaluaciones duales para los productos (pesos / ton)

Productos	Variante A-2	Variante B-2
Azúcar crudo	616,00	757,45
Tableros de bagazo	15 774,01	14 286,34
Furfural	6 212,63	5 406,05
Papel Gaceta	533,30	533,30
Papel Bon	871,47	871,47



***Editado para el Portal-Web-IPF por:
Carlos Alberto Álvarez González
www.ipf.gob.cu***