

32/ECD
V. GONZALEZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRICOLA

CHAPINGO, MEXICO.

UN MODELO DE PLANEACION ECONOMICA DEL
SISTEMA AGROINDUSTRIAL MAIZ EN MEXICO:

UN ENFOQUE DE PROGRAMACION LINEAL



DEPARTAMENTO DE
SERVICIOS ESCOLARES

T E S I S

PRESENTACION T. 176 REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

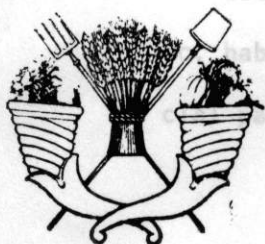
ESPECIALIDAD EN ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A

CARLOS VICENTE FONSECA MENDOZA

1983





Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Comité Asesor Indica-

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRICOLA

CHAPINGO, MEXICO

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN

ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL

UN MODELO DE PLANEACION ECONOMICA DEL SISTEMA AGROINDUSTRIAL MAIZ EN MEXICO: UN ENFOQUE DE PROGRAMACION LINEAL

Chapingo, Méx., Diciembre de 1983

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL

PRESIDENTE :

P R E S E N T A :

DR. FELIX ROBERTO CARVALLO GARNICA

CARLOS VICENTE FONSECA MENDOZA

SECRETARIO :

DR. JOSE DE JESUS BRAMBILA PAZ

VOCAL :

1983



Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Comité Asesor indicado, habiendo sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

DEDICATORIA

A mi adorada esposa Zolita por su gran amor, confianza, sacrificio, inseparable compañía y estímulos que me ha brindado siempre.

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN
ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL

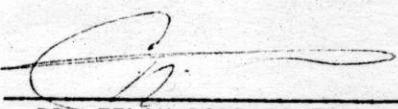
A mis amados hijos Carlos y Kenneth por su cariño, comprensión y compañía.

Chapingo, Méx., Diciembre de 1983

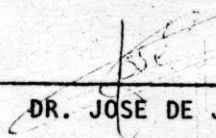
A mis queridos padres y hermanos.

COMITE ASESOR

PRESIDENTE :


DR. FELIX-ROBERTO CARVALLO GARNICA

SECRETARIO :


DR. JOSÉ DE JESUS BRAMBILA PAZ

VOCAL :


DR. PABLO RAMIREZ MORENO

DEDICATORIA

A mi adorada esposa Zolita por su gran amor, confianza, sacrificio, inseparable compañía y estímulos que me ha brindado siempre.

A mis amados hijos Carlos y Kenneth por su cariño, comprensión y compañía.

A mis queridos padres y hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mi patria Nicaragua.

A nuestra Revolución Popular Sandinista.

A mi centro de trabajo, Banco Nacional de Desarrollo por el financiamiento que hizo posible mis estudios de Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por haberme aceptado como candidato a la Maestría y por su aportación económica.

A mi Alma Máter, la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG), que se proyectó una vez más en estos estudios de postgrado.

Al Dr. Félix Roberto Carvallo Garnica, profesor asesor, por la constante y eficaz ayuda prestada a lo largo del tiempo que esta investigación llevó.

Al Dr. José de Jesús Brambila Paz, profesor revisor de esta Tesis por sus valiosas aportaciones.

Al Dr. Pablo Ramírez Moreno, profesor revisor de esta Tesis por sus valiosas aportaciones.

Al Cro. Marcos Blandón, Gerente Administrativo de la Casa Matriz del Banco Nacional de Desarrollo, por su gran apoyo.

A la Sra. María Santos R. por su excelente trabajo mecanográfico.

En fin, a todas aquellas personas e instituciones que en una u otra forma contribuyeron a la culminación de mi Maestría y de esta investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS	i
INTRODUCCION	1
CAPITULO I EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL MAIZ	3
Objetivos y estrategia	3
Descripción y características	4
Estructura de la producción del maíz	6
Usos y destinos del maíz	13
Identificación de los productos generados en el Sistema	14
Caracterización de las actividades industriales	15
Consumo humano	17
CAPITULO II LA ESTRUCTURA DEL MODELO GENERAL DE PLANEACION AGROINDUSTRIAL	18
Programación Lineal	18
Supuestos del modelo de programación lineal	19
El Modelo General de Planeación Agroindustrial	20
Caracterización conceptual del modelo general	21
Formulación matemática del modelo general	23
CAPITULO III METODOLOGIA	28
Método de análisis	28
Construcción del modelo	28

	Pág.
Función objetivo	31
Actividades del modelo	31
Restricciones del modelo	33
Datos del modelo	35
CAPITULO IV DISCUSION DE RESULTADOS	43
Reporte de función objetivo	43
Reporte de restricciones	43
Reporte de actividades	44
Análisis de precios sombra	46
Consistencia interna del modelo	50
CONCLUSIONES	59

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

Paquete de programación

Salida de computación

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS

Cuadro N°		Pág.
1	Participación del cultivo de maíz en la superficie y el valor de la producción. México 1971-1981.	8
2	Importancia del maíz en la economía. México 1978.	9
3	Participación de los distritos de riego en la superficie cosechada y producción de maíz. México 1971-1981.	11
4	Superficie, producción, rendimiento y precio de garantía. México 1971-1981.	12
5	Principales Estados productores de maíz. México 1981.	13
6	Participación de las actividades industriales identificadas en el Sistema Maíz. México 1975.	16
7	Parámetros estructurales: requerimientos de fuerza de trabajo, de capacidad instalada y de servicio de transporte.	36
8	Parámetros estructurales: requerimientos de materia prima por unidad de producto elaborado.	38
9	Indicadores de precios para consumo final y costos para actividades de producción.	39
10	Indicadores de precios para tasa de salario para el jornal medio, cuota de servicio de transporte y precio de la materia prima.	40
11	Niveles de restricción disponibles para fuerza de trabajo, capacidad instalada y transporte.	41

Cuadro N°**Pág.**

12	Función objetivo y restricciones del modelo.	45
13	Actividades del modelo.	47
14	Precios sombra de los recursos.	49
15	Precios sombra de las actividades.	51
16	Productos elaborados y materias primas usados en el modelo.	52

Gráfica N°

1	Flujograma del Sistema Agroindustrial Maíz.	7
2	Diagrama de la matriz del modelo general.	27
3	Matriz del modelo usado.	42

INTRODUCCION

La producción y elaboración del maíz forma parte de la historia de México y sus antecedentes se encuentran en los más remotos vestigios de civilización, costumbres y manifestaciones religiosas y artísticas de sus antepasados. Su consumo y el de los productos derivados muestra gran apego a esas pautas culturales.

Este grano y el producto principal con él elaborado -las tortillas- tienen una alta ponderación en la alimentación del conjunto de la población del país. Pero además de un alimento, la tortilla es para el pueblo mexicano una tradición hermanada a su historia y a su cultura, pues desde los tiempos prehispánicos su consumo ha significado la base sustentante de la alimentación popular, por lo cual incluso se constituyó en un ritual que según las crónicas fue enseñada por Quetzalcóatl a los indígenas, quienes lo conocían con el nombre de "Tlascalí". De este modo, la tortilla y otros derivados del maíz llegaron a alcanzar en aquella época un consumo per-cápita promedio de 600 grs. diarios, lo cual hace evidente su importancia histórica.

En la actualidad esta importancia se mantiene vigente pues uno de los objetivos generales del Programa Nacional de Alimentación 1983-1988 es, precisamente, alcanzar condiciones de alimentación y nutrición para toda la población mexicana, para lo cual el maíz desempeña un papel fundamental

ya que está incluido en el reducido grupo de alimentos prioritarios que a juicio del Programa representan en cantidad y calidad los requerimientos básicos del consumo humano.

El propósito de esta investigación es indicar un enfoque a un modelo de planeación económica del Sistema Agroindustrial Maíz que pueda ayudar a establecer prioridades de política e investigación sobre productos elaborados en dicho Sistema destinados para consumo final y/o demanda intermedia.

El objetivo específico del estudio es representar el Sistema Maíz a través de un modelo de Programación Lineal.

Para lograr este objetivo se propone un Modelo General de Planeación Agroindustrial, su formulación matemática se encuentra en su expresión más general y en este estudio se presenta en otra dimensión con el fin de incrementar su precisión trabajándolo a un mayor nivel de concreción desagregando las ramas agroindustriales en los productos específicos que producen y el destino que ellos tienen.

CAPITULO I

EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL MAIZ

Objetivos y estrategia.

Considerando la estructura y la dinámica del sistema, así como los objetivos y estrategia del Programa Nacional de Alimentación 1983-1988, los objetivos específicos del Sistema Agroindustrial Maíz son:

- a) Alcanzar la autosuficiencia en el abastecimiento al mercado nacional de maíz.
- b) Mejorar el nivel de vida del campesino productor de este grano.
- c) Integrar a los agricultores de este cultivo a instancias productivas superiores.
- d) Lograr la estabilidad de la agroindustria del maíz relativa a molinos de nixtamal, molinos-tortillerías y tortillerías.
- e) Desarrollar tecnología nacional para el conjunto de procesos agroindustriales relacionados con el maíz, de acuerdo con las necesidades y recursos del país.

Los objetivos señalados exigen para su logro el diseño de una estrategia de acción, entendiéndose como tal, el conjunto de los medios que

se eligen para alcanzar los objetivos finales y las metas en que éstos se concretizan.

De esta manera, para llegar a la autosuficiencia en materia de maíz es necesario aumentar la producción a través de aumentos en la superficie de cultivo y en los rendimientos.

Ambas medidas deben confluir en el tiempo para hacer efectiva una retribución justa por el cultivo que permita incrementar la producción, los ingresos y nivel de vida de los campesinos y sus formas organizativas.

Descripción y características.

El maíz en México no es un cultivo más. Este grano y uno de los productos finales con él elaborado -las tortillas- tienen una alta participación en la alimentación del conjunto de la población del país.

El sistema agroindustrial maíz debe corresponder a una visión integral de los distintos procesos y actividades que en forma eslabonada asocián la obtención del producto primario con los distintos procesos de transformación del grano y la forma en que ambos, grano y productos, llegan al consumo final.

Esta integración permite captar las relaciones entre las fases agrícola, industrial y comercial, cuyo eslabonamiento conforma el sistema y da cuerpo a una abstracción necesaria para analizar los problemas existentes dentro del conjunto como un todo y en cada una de sus partes.

El objetivo de este sistema no es otro que coadyuvar a que el flujo

productivo cumpla la finalidad principal de servir de sustento a la alimentación básica del conjunto de la población, tal como lo requiere su tradición cultural.

El sistema está conformado de la siguiente manera: La primera fase muestra la producción del grano la cual se destina en un 40% para autoconsumo.

En la segunda fase, comercialización y suministro, entra el flujo producción menos autoconsumo para su comercialización en el mercado en manos de dos tipos de agentes: los del Mercado Libre y la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO). La importancia del primero la constituye la gran participación que tiene en la captación del grano de los productores directos. CONASUPO a su vez logra integrar un volumen de disponibilidad similar al del mercado libre (48% del organismo oficial contra 52% de aquel) con compras nacionales (a los productores y al mercado libre) e importaciones, que maneja con exclusividad.

La disponibilidad total toma dos caminos: el consumo intermedio y el final:

La tercera fase, procesamiento y/o transformación, muestra las actividades principales (molinos de nixtamal; molinos-tortillerías; fábricas de harina; fábrica de almidones, féculas, levaduras y similares; fábricas de hojuelas, charritos y productos similares; fábricas de alimentos balanceados) que integran la industria maicera, presentando los productos elaborados.

Las dos últimas fases, distribución y consumo, representan el cómo

y a quiénes llega el conjunto de productos elaborados en las distintas industrias, donde se aprecia la importancia de las tortillas que pasan al consumo humano sin ningún tipo de intermediación. El resto de los productos (almidones, féculas, etc), por ser insumos de otras industrias (panificadora, cervecera, química y alimenticia en general), volverán a ser absorbidos por el consumo intermedio.

Estructura de la producción del maíz.

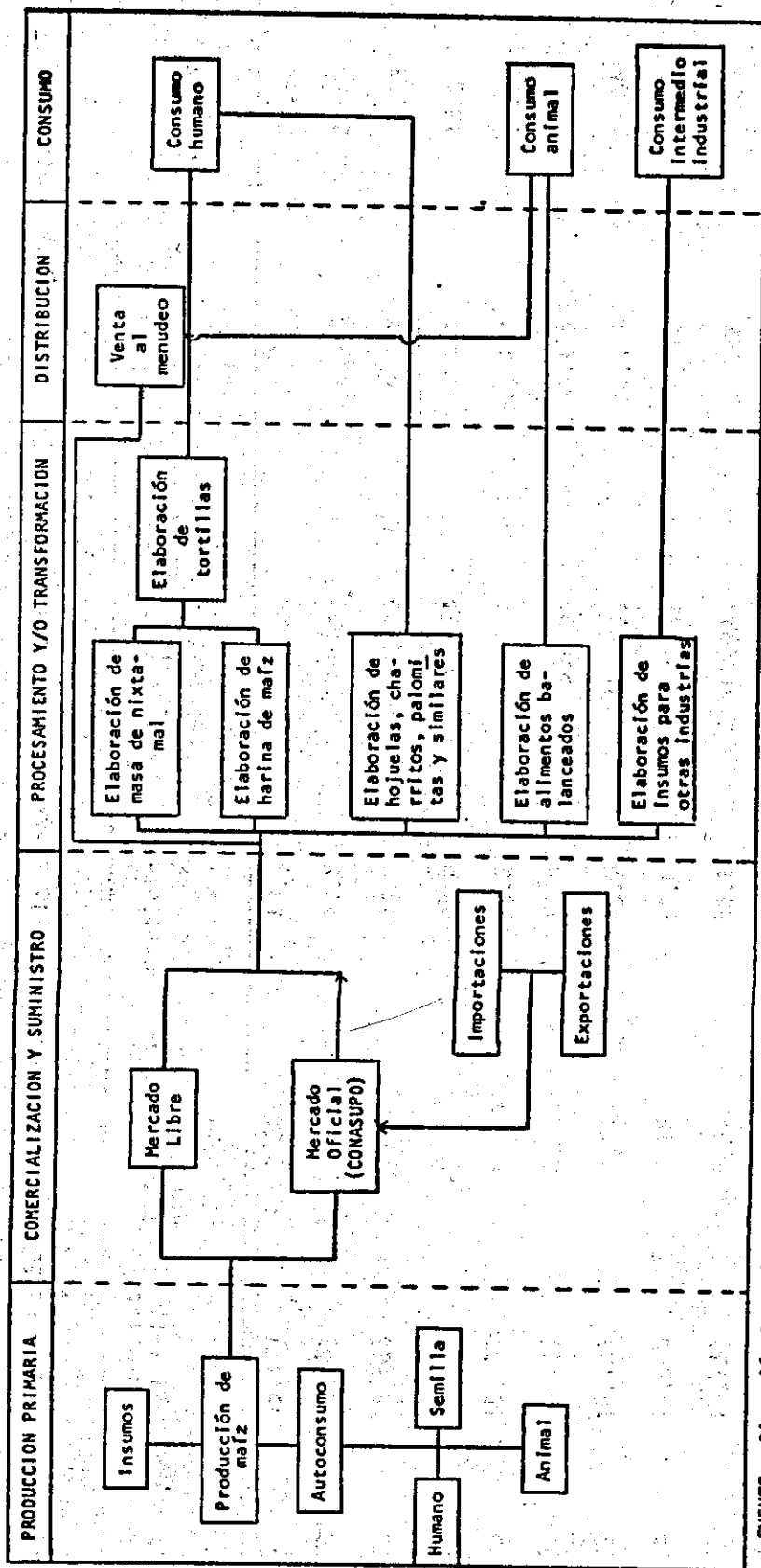
Indudablemente, el maíz es el cultivo más importante de México, pues aunado al hecho de que es base de la alimentación en la población, desempeña un papel relevante en el sector agrícola nacional y en la economía en su conjunto.

Lo anterior se refleja al observar datos relativos a su ponderación en el valor de la producción agrícola (22%) y de la superficie total cosechada (52%) en 1981, aún cuando presenta una tendencia descendente (Cuadro 1).

Además se estima que en 1978 más del 34% de la población rural económicamente activa se dedicó a la producción de maíz, la que a su vez, en relación a la población total económicamente activa, representó más del 12% (Cuadro 2).

Ahora bien, esta importancia adquiere una mayor magnitud al considerar que la estructura productiva de otros alimentos básicos no permite obtener volúmenes capaces de sustituir al maíz en el consumo de la población, por lo que en situaciones de déficit de la producción con respecto al consumo el Estado tiene que cubrir los faltantes con importaciones.

Gráfica 1. Flujoograma del Sistema Agroindustrial Maíz.



FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, SARH.
 Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial, SARH.

Cuadro 1. Participación del cultivo de maíz en la superficie y el valor de la producción. México 1971-1981.

AÑO	Superficie total nacional (miles de ha) (a)	Superficie maíz (miles de ha) (b)	Participación C = b/a %	Valor de la prod. agrícola nacional (miles de \$ co- rrientes) (d)	Valor de la prod. maíz (miles de \$ corrientes) (e)	Participación F = e/d %
1971	15,847	7,692	48.54	36,726	8,807	23.98
1972	15,243	7,292	47.84	27,803	8,318	22.00
1973	15,868	7,606	47.93	49,690	9,547	19.21
1974	14,905	6,717	45.07	63,670	11,481	18.03
1975	15,495	6,694	43.20	77,695	15,743	20.26
1976	14,735	6,783	46.03	99,092	18,119	20.11
1977	16,129	7,374	45.72	129,053	28,447	22.04
1978	15,948	7,184	45.05	121,151	35,214	29.07
1979	14,730	5,916	40.16	150,724	29,542	19.60
1980	16,840	6,955	41.30	215,250	55,104	25.60
1981	15,550	8,150	52.41	439,622	96,717	22.00

FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, SARH.
Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial, SARH.

Cuadro 2. Importancia del maíz en la economía. México 1978.

	Miles de pesos	Hectáreas	Habitantes	%
(A) Valor de la Producción Agrícola	121,151,295			
(B) Valor de la Producción de Maíz Participación B/A	35,214,349			29.00
(C) Superficie Total Cultivada		15,947,646		
(D) Superficie Cultivada con Maíz Participación D/C		7,183,891		45.05
(E) Población Total Econ. Activa			17,278,718	
(F) Población Rural Econ. Activa			6,168,402	
(G) Población Productora de Maíz Econ. Activa			2,121,082	
Participación G/E				12.30
Participación G/F				34.40

FUENTE: Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial, SARH.

Además, es necesario considerar que el cultivo representa una importante manifestación cultural de la población, establecida con la civilización misma de las comunidades indígenas transmitida hasta nuestros días, por lo que constituye el sustento de una organización económica específica: la campesina.

La importancia del cultivo del maíz es atribuible en gran medida a las características físicas de la planta, pues su gran rusticidad y versatilidad le han permitido adaptarse a una amplia gama de medios ecológicos. Por esta razón se cultiva en todo México. Esto significa que su producción se realiza tanto en tierras calientes como frías y templadas, en las que también existen fuertes variaciones en el tipo y calidad de los suelos y sustanciales diferencias en la precipitación pluvial, tanto en cantidad como en distribución durante el año. Por ello, el cultivo presenta una gran dispersión geográfica que ocasiona altas necesidades de transporte para llevar a las áreas de producción de maíz los insumos necesarios en el cultivo y trasladar los excedentes comercializables del grano a los centros de consumo.

La producción de maíz se lleva a cabo principalmente en áreas temporales pues, de acuerdo a los datos, en el período 1971-1981 las áreas irrigadas sólo aportaron en promedio el 6.3% de la superficie cosechada y el 12.2% de la producción (Cuadro 3). Este hecho es el efecto de las desventajas financieras del cultivo con respecto a otros que ahora se realizan en estas áreas y se destinan principalmente a la exportación, y a su vez es la causa de una marcada estacionalidad de la producción, ya que al realizarse predominantemente en el ciclo primavera-verano queda determinado que en los meses de octubre y noviembre se obtengan el grueso de

las cosechas. Ello implica un empleo temporal en la mano de obra de los productores, lo que aunado a los bajos ingresos que del cultivo se obtienen, determina que una gran proporción de éstos se dediquen a otras actividades económicas o que emigren total o parcialmente a los centros urbanos y áreas agrícolas de gran demanda de mano de obra.

Cuadro 3. Participación de los distritos de riego en la superficie cosechada y producción de maíz. México 1971-1981.

Año	Superficie Cosechada (miles de hectáreas)		b/a %	Producción (miles de toneladas)		d/c %
	Maíz Nacional (a)	Maíz D.R.* (b)		Maíz Nacional (c)	Maíz D.R.* (d)	
1971	7,692	406	5.3	9,786	996	10.2
1972	7,292	408	5.6	9,223	905	9.3
1973	7,606	421	5.5	8,609	1,003	11.6
1974	6,717	439	6.5	7,848	1,037	13.2
1975	6,694	422	6.3	8,449	1,014	12.0
1976	6,783	448	6.6	8,017	1,110	13.8
1977	7,374	528	7.2	10,138	1,270	12.5
1978	7,184	285	4.0	10,930	1,302	11.9
1979	5,916	448	7.6	8,449	1,262	14.9
1980	6,955	588	8.4	12,383	1,452	11.7
1981	8,150	492	6.0	14,766	1,840	12.5
Promedio			6.3			12.2

* D.R. = Distrito de Riego.

FUENTE: V Informe, I, 1981, Sector Agropecuario y Forestal SARH, DGEA, Econotecnia Agrícola Sept. 1981.

Asimismo, este hecho determina que se tengan elevados requerimientos

de almacenes para el grano, así como la necesidad de la permanencia de un precio de garantía para lograr con ello que los precios de venta al productor no se desplomen como una consecuencia del exceso de oferta en tan corto tiempo.

El período comprendido de 1971 a 1981 se caracteriza por una tendencia al estancamiento en la producción, a pesar de que al finalizar se logró una producción de 14.7 millones de toneladas, lo que constituyó un récord en la producción maicera nacional. También sucede lo mismo en la superficie de cultivo, experimentando una ligera alza en 1981. Se destaca en forma relevante el bajo nivel en que se encuentran los rendimientos del cultivo. El precio de garantía se incrementó nominalmente durante este período desde 940 pesos hasta 6,550 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie, producción, rendimiento y precio de garantía. México 1971-1981.

Año	Superficie (miles de hectáreas)	Producción (miles de toneladas)	Rendimiento (ton./ha.)	Precio de Garantía (\$ corrientes/ton.)
1971	7,692	9,786	1,272	940.00
1972	7,292	9,223	1,265	940.00
1973	7,606	8,609	1,132	940.00
1974	6,717	7,848	1,168	1,500.00
1975	6,694	8,449	1,262	1,750.00
1976	6,783	8,017	1,182	2,340.00
1977	7,374	10,138	1,375	2,900.00
1978	7,184	10,930	1,521	2,900.00
1979	5,916	8,449	1,428	3,480.00
1980	6,955	12,383	1,780	4,450.00
1981	8,150	14,766	1,812	6,550.00

FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, SARH.
Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial, SARH.

Los principales Estados productores en 1981 fueron Jalisco, México, Chiapas, Puebla, Michoacán, Veracruz, Guerrero, Tamaulipas, Chihuahua, Guanajuato, Oaxaca y Zacatecas, los que en conjunto aportaron el 82% de la producción nacional (Cuadro 5).

Cuadro 5. Principales Estados productores de maíz. México 1981:

Estados	Superficie (miles de hectáreas)	% del total nacional	Producción (miles de toneladas)	% del total nacional
Jalisco	873	10.7	2,306	15.6
México	708	8.7	2,003	13.6
Chiapas	578	7.1	1,476	9.9
Puebla	618	7.6	1,152	7.8
Michoacán	516	6.3	995	6.7
Veracruz	578	7.1	875	5.9
Guerrero	456	5.6	698	4.7
Tamaulipas	263	3.3	684	4.6
Chihuahua	445	5.5	528	3.6
Guanajuato	358	4.4	503	3.4
Oaxaca	448	5.5	500	3.4
Zacatecas	431	5.3	389	2.6
Subtotal	6,278	77.0	12,109	82.0
Total Nacional	8,150	100.0	14,766	100.0

FUENTE: SAM/SARH, Informe de Resultados del Sector Agropecuario y Forestal 1981, Anexo Estadístico.

Usos y destinos del maíz.

Si el cultivo del maíz reviste una extraordinaria importancia, los

usos y destinos del cereal no lo son menos, pues a partir del grano se obtienen alimentos básicos e insustituibles para la población, insumos para las industrias alimenticias, textil, química, cervecera, farmacéutica y papelería; alimentos balanceados y sin balancear, para aves, bovinos y porcinos y otros comestibles de diversa índole

De esta manera el maíz se destina para dos grandes rubros: el consumo final y el consumo intermedio.

Identificación de los productos generados en el sistema.

La elaboración y transformación del maíz en grano tiene como actividad central la fabricación de tortillas (2093) y las que la proveen respectivamente de masa o harina: la molienda de nixtamal (2023) y la fabricación de harina de maíz (2022).

En conjunto, las tres clases industriales que corresponden a esas actividades aportaron el 79.8% del valor agregado total generado en el sistema en el año 1975.

Le siguen en importancia fabricación de almidones, féculas, levaduras y productos similares (2092), con productos tales como: glucosa, fécula, miel, aceite, salvado, germen, glúten, etc.

Los productos de menor importancia dentro del sistema, son los charritos (frituras de maíz) y hojuelas de maíz. Los charritos corresponden a la clase fabricación de palomitas de maíz, papas fritas, charritos y productos similares (2094), la que parcialmente consume maíz sólo para los charritos. Las hojuelas de maíz (corn flakes) pertenecen a su vez a

la clase industrial fabricación de otras harinas y productos de molino a base de cereales y leguminosas (2029).

Caracterización de las actividades industriales.

Fabricación de tortillas: participa en 1975 con un 46.5% del valor agregado total generado en la producción industrial del sistema, con un valor 1,541 millones de pesos, en 17,633 establecimientos, que dieron ocupación a 40,722 personas, lo que significó el 51.54% del empleo total de la industria maicera.

Molienda de nixtamal: aportó en 1975 el 16.9% del valor agregado total generado por la industria maicera y el 38.77% del total del empleo industrial del sistema, lo que la coloca en el segundo lugar de importancia dentro de la transformación del maíz.

Fabricación de harina de maíz: tercera en importancia en el sistema participó en 1975 con el 16.4% del valor agregado total y dió ocupación al 3.65% de la ocupación generada por la industria del maíz ese año.

Fabricación de almidones, féculas, levaduras y productos similares: para 1975 esta actividad industrial registró un valor agregado de 411 millones de pesos (12.4% del valor agregado total), empleando a 1,797 personas en 18 establecimientos.

Fabricación de palomitas de maíz, papas fritas, charritos y productos similares: la mayor parte de estos productos elaborados no consume maíz, haciéndolo sólo la de charritos y palomitas de maíz; el grano consumido para este último producto es de características especiales, distinto físicamente al que se consume en los demás procesos (la mayor parte

Cuadro 6. Participación de las actividades industriales identificadas en el Sistema Maíz. México 1975.

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	Número de establecimientos	Valor Agregado Censal Bruto (miles \$ corrientes)	Participación %	Personal ocupado	Participación %
(2022) Fabricación de harina de maíz	30	542,554	16.4	2,884	3.65
(2023) Molienda de nixtamal	19,205	559,132	16.9	30,635	38.77
(2092) Fabricación de almidones, féculas, levaduras y productos similares	18	410,833	12.4	1,797	2.27
(2093) Fabricación de tortillas	17,633	1,540,766	46.5	40,722	51.54
(2094) Fabricación de palomitas de maíz, papas fritas, charritos y productos similares	100	259,980	7.8	2,979	3.77
TOTALES	36,986	1,313,265	100.00	79,017	100.00

FUENTE: X Censo Industrial 1975, SPP.

Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial, SARH.

es de importación), por lo que se debe excluir esta actividad del conjunto de procesos transformadores del maíz, quedando sólo la fabricación de charritos que son frituras de maíz. Esta actividad contribuyó en 1975 con el 7.8% del valor agregado total generado por el sistema, dando ocupación a 2,979 trabajadores (Cuadro 6).

Consumo humano.

Existen en el mundo civilizado tres grandes culturas alimentarias: la del trigo, que principalmente se localiza en Europa y Norteamérica; la del arroz, con predominio en los países asiáticos; y la del maíz, con localización en Latinoamérica y parte de África.

A esto se debe que en México, a diferencia de los países desarrollados, el principal destino del maíz sea para el consumo humano y éste se realiza sobre todo bajo la forma de tortillas, las que se consumen en tal magnitud que la estimación del consumo per-cápita para 1978^{1/} fue de 120 kilogramos (consumo físico bastante más elevado que el de cualquier otro alimento), lo cual significa que durante ese año cada mexicano en promedio consumió 10 tortillas (333 grs.) al día.

Esto es consecuencia de la permanente presencia de este producto en la alimentación nacional, pues lo mismo se consume acompañando a la carne que a los frijoles, con caldos y sopas, en tacos o quesadillas y hasta solas o con sal y chile, por lo que se establece una estrecha asociación con la mayoría de los productos que componen la dieta alimenticia de las familias de los diferentes estratos económicos.

^{1/} CONAIM, Proyecto del Plan Quinquenal 1978-1982 del Programa de Maíz.

Introducción del modelo de programación lineal.

CAPITULO II

También conocido como optimización matemática, es la programación lineal el primer capítulo de **LA ESTRUCTURA DEL MODELO GENERAL DE PLANEACION AGROINDUSTRIAL**, actividad, flujos y fortalezas.

Programación Lineal. actividad debe haberse con actividades en el sentido de

que, el problema esencial de la programación de más o menos actividades, sea el de encontrar la combinación de las actividades que maximice o minimice una función objetivo, sujeta a un conjunto de restricciones lineales. Este problema establece independencia en cuanto a por relaciones independientes de carácter lineales. Estas relaciones forman las actividades transferidas en un modelo implicando que no hay interacción entre un sistema de ecuaciones e/o inecuaciones lineales, que constituyen las restricciones y reflejan los objetivos del fenómeno estudiado. Se

asocia a estas restricciones una función económica también de primer grado, que se llama función objetivo. La programación lineal es un método matemático que permite optimizar (maximizar o minimizar) la función económica, o función objetivo, respetando las restricciones.

El modelo general de programación lineal consta de las siguientes partes:

- a) Función objetivo.** Divisibilidad: este supuesto se refiere al hecho de que tanto como las actividades son divisibles se fraccionan en unidades de menor tamaño.
- b) Actividades.** Se trata de una función lineal continua.
- c) Restricciones.** Se trata de un número de actividades entre las que se debe elegir, así como las restricciones originales sobre los recursos, existen.
- d) Coeficientes técnicos.** Se trata de un número de actividades.

Características: Este supuesto indica que los valores de los coeficientes técnicos, los precios y los ofertantes de recursos se conocen con certeza.

Supuestos del modelo de programación lineal.

Debido a su naturaleza matemática, en la programación lineal se hace necesario hacer los supuestos siguientes: aditividad, linealidad, divisibilidad, finitud y certidumbre.

Aditividad: Las actividades deberán ser aditivas en el sentido de que, el producto obtenido de la resultante de dos o más actividades deben ser igual a la suma de los productos obtenidos de dichas actividades componentes individuales. Este supuesto establece independencia en cuanto a las actividades consideradas en un modelo implicando que no hay interacción en las cantidades necesarias de recursos para obtener una unidad de producto.

Linealidad: Se refiere al hecho de que la relación entre las combinaciones de los recursos usados en una actividad, y el producto que se obtiene de la misma, son invariables; y esto es así, sin que el nivel de la actividad influya sobre la relación constante entre los recursos y productos. Esto es, los coeficientes de insumo producto son constantes.

Divisibilidad: Este supuesto se refiere al hecho de que tanto recursos como productos son susceptibles de fraccionarse en unidades más pequeñas, por lo que se tendrá una función lineal continua.

Finitud: Indica que el número de actividades entre las que se puede optar, así como las restricciones originales sobre los recursos, existen en un número finito positivo.

Certidumbre: Este supuesto indica que los valores de los coeficientes técnicos, los precios y las ofertas de recursos se conocen con certeza.

za. Dado pues que no se admite la posibilidad de dispersión alrededor de los valores promedios, este supuesto es lineal, pues la problemática agrícola se caracteriza precisamente por la incertidumbre en cuanto a valores de los parámetros más importantes.

El Modelo General de Planeación Agroindustrial.

Este modelo corresponde al tipo de modelos llamados de optimización, que plantean una función explícita que se desea maximizar o minimizar para alcanzar ciertos objetivos y metas que reflejan las prioridades de un plan de desarrollo agroindustrial. La solución óptima de estos modelos indica la mejor asignación de los recursos disponibles, considerando que éstos están sujetos a diversas restricciones de oportunidad, costo, operatividad, etc., es decir, el programa óptimo describe el conjunto de alternativas en la asignación de recursos, compatible con la dotación de éstos y con los objetivos de una estrategia de desarrollo.

Estos modelos han sido diseñados como herramientas para efectuar ejercicios analíticos sobre diferentes aspectos como políticas de precios y subsidios para materias primas y productos agroindustriales, problemas de transporte, etc. El diseño de estos modelos es adecuado para generar trayectorias bajo diferentes supuestos sobre la evolución de la composición de la producción agropecuaria y consecuentemente, de la disponibilidad de materia prima para la agroindustria, así como de otras disponibilidades como la de la capacidad industrial instalada, el transporte y la fuerza de trabajo.

La formulación del modelo corresponde a uno de programación lineal y ha sido estructurado para permitir el análisis a diferentes grados de

agregación de variables endógenas y exógenas al modelo, que en su estructura fundamental toma a la agroindustria como un sistema en si mismo: de mandante de recursos para la producción y oferente de productos de origen agropecuario.

Caracterización conceptual del modelo general.

El modelo tiene un esquema lógico: la agroindustria representa un sistema y como tal procesa y comercializa productos de origen agropecuario, de donde el sistema obtiene ingresos. Además demanda insumos para la producción que representan costos. Así, los ingresos netos de la agroindustria están compuestos por los ingresos generados por las ventas de productos agroindustriales destinados al consumo (tanto final como intermedio) menos los costos implícitos y explícitos de la producción.

El modelo expresa su lógica económica en la función objetivo, que plantea la maximización del valor neto de las "ventas" de la agroindustria al resto de la economía. La maximización de dicha función está sujeta a dos conjuntos fundamentales de restricciones

- a) Sobre ciertos recursos (fuerza de trabajo, capacidad instalada, disponibilidad de transporte y ofertas estimadas de materias primas agropecuarias).
- b) Sobre consumos mínimos que deben ser satisfechos para los diversos productos agroindustriales.

Como modelo de optimización, maximiza las ventas netas de la agroindustria asignando la cantidad más adecuada que se va a producir y a vender de sus productos, así como la adquisición y contratación de los

Insumos, de acuerdo con las restricciones sobre disponibilidades de recursos.

La submatriz principal de la Gráfica 2 es una matriz de interdependencia industrial definida para el conjunto de productos elaborados, por tanto, está constituida por actividades de producción para cada uno de los productos incluidos. Además, las actividades de producción agroindustrial se vinculan de dos formas con el resto de la estructura del modelo:

- a) Desde el punto de vista del destino de su producción existen dos alternativas de tipo exógeno: abastecer el consumo final, o bien la demanda intermedia que realizan otras ramas económicas no agroindustriales; además, existe un destino endógeno constituido por la demanda intermedia de las propias ramas agroindustriales.
- b) Desde el punto de vista del origen, la producción agroindustrial se nutre con ofertas de materias primas definidas exógena y endógenamente; así como con otros recursos para los cuales se establecen límites en su disponibilidad.

En cuanto a la valoración de los productos agroindustriales, de las materias primas y de los recursos utilizados en su producción se presentan tres casos:

- a) Un grupo (la fuerza de trabajo, los servicios de transporte, las materias primas y los propios productos agroindustriales) se valúa a través de precios explícitos definidos exógenamente.

- b) Existen ciertos insumos para los cuales se carga en la función objetivo un costo implícito por unidad de producción.
- c) Para la valoración de los activos fijos que determinan las capacidades instaladas utilizables, no se asigna un precio en el modelo, sin embargo esto se resuelve en la solución dual del mismo como "precios sombra" o costos de oportunidad internos para dichos recursos, lo que permite obtener indicadores sobre escasez relativa de capital en el sistema.

El precio de la materia prima.

Las ecuaciones que conforman el modelo, son en primer lugar la función objetivo; en segundo, un grupo de restricciones (sobre fuerza de trabajo, capacidad instalada, disponibilidad de servicios de transporte, ofertas de materias primas y sobre consumos mínimos) y por último ecuaciones de balance (transferencia) que contienen formulaciones matemáticas que vinculan las actividades de producción agroindustrial con el resto de la estructura del modelo.

El consumo mínimo del producto agroindustrial.

Las ecuaciones de transferencia determinan la dirección de la producción agroindustrial del sistema con dos alternativas de tipo exógeno: abastecer el consumo final, o bien la demanda intermedia que realizan otras ramas económicas no agroindustriales; además existe un destino endógeno constituido por la demanda intermedia de las propias ramas agroindustriales.

Costo de transporte.

Formulación matemática del modelo general.

El modelo tiene como objetivo la maximización del producto agroindustrial.

Parámetros:

Variables exógenas:

p_j = Precio o índice de precios compuesto para el producto elaborado j destinado al consumo final.

c_j = Costos implícitos por unidad de producción para el producto elaborado j .

s = Tasa de salario para el jornal "medio".

t = Cuota por servicios de transporte.

r_k = Precio de la materia prima k .

$\bar{F}T$ = Restricción a la contratación de fuerza de trabajo.

$\bar{K}_j$ = Restricción sobre la capacidad instalada utilizable.

$\bar{T}$ = Restricción sobre la capacidad de los servicios de transporte.

$\bar{M}P_k$ = Disponibilidad de la materia prima k .

$\bar{C}P E_j^*$ = Consumo mínimo del producto elaborado j .

Parámetros estructurales:

σ_j = Requerimientos de fuerza de trabajo por unidad de producto elaborado j (coeficiente técnico).

δ_j = Coeficiente técnico de uso de capacidad instalada para el producto elaborado j .

α_j = Coeficiente técnico de servicios de transporte para el producto elaborado j .

ϕ_{kj} = Requerimiento de la materia prima k por unidad del producto elaborado j .

Variables endógenas:

CPE_j = Consumo final del producto elaborado j (unidades físicas).

XPE_j = Producción total del producto elaborado j .

FT = Utilización de fuerza de trabajo.

T = Utilización de servicios de transporte.

MP_k = Insumo total de la materia prima k , por parte del conjunto de los productos elaborados en el sistema.

Función Objetivo:

La función objetivo impuesta al modelo es: Maximizar el valor neto de las ventas del sistema agroindustrial al resto de la economía.

$$\text{Maximizar } V = \sum_{j=1}^J p_j CPE_j - \sum_{j=1}^J c_j XPE_j - sFT - tT - \sum_{k=1}^K r_k MP_k$$

Restricciones:

Sobre fuerza de trabajo: señala que el total de requerimientos de fuerza de trabajo para los productos elaborados debe ser menor o igual a la disponibilidad de fuerza de trabajo para el sistema.

$$\sum_{j=1}^J \phi_{kj} XPE_j \leq FT$$

Sobre capacidad instalada: para cada producto elaborado, la capacidad instalada utilizada debe ser menor o igual a la capacidad instalada.

$$\sum_{j=1}^J \delta_j XPE_j \leq \bar{K}_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, J \text{ productos}$$

Sobre disponibilidad de servicios de transporte: la suma total de utilización de servicios de transporte por los productos elaborados, debe ser menor o igual a la disponibilidad de estos servicios.

$$\sum_{j=1}^J \alpha_j XPE_j \leq T$$

Sobre ofertas estimadas de materia prima: la utilización de una determinada materia prima por el conjunto de los productos elaborados, debe ser menor o igual a su disponibilidad.

$$\sum_{j=1}^J \phi_{kj} XPE_j \leq \bar{MP}_k \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, K \text{ materias primas}$$

Sobre consumos mínimos: el consumo final abastecido por un producto elaborado debe ser mayor o igual a un consumo mínimo preestablecido para ese producto.

$$CPE_j \geq \bar{CPE}_j^*$$

Ecuaciones de balance (transferencia): la producción de un producto elaborado j determinado, tiene un destino endógeno XPE'_j establecido hacia el mismo sistema, o bien exógeno al consumo final CPE_j .

$$CPE_j + \sum_{j=1}^J XPE'_j - XPE_j \leq 0$$

Gráfica 2. Diagrama de la matriz del modelo general.

	Toneladas $CPE_1, CPE_2, \dots, CPE_j$	Toneladas $XPE_1, XPE_2, \dots, XPE_j$	Hombres FT	Toneladas T	Toneladas $MP_1, MP_2, \dots, MP_k$		
$\sum_{j=1}^J \alpha_j XPE_j \leq \overline{FT}$		$\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \dots \quad \alpha_j$	-1			$\leq \overline{FT}$	Hombres
$\delta_j XPE_j \leq \overline{K_j}$		$\delta_1 \quad \delta_2 \quad \dots \quad \delta_j$				$\leq \overline{K_1}$ $\leq \overline{K_2}$ $\dots$ $\leq \overline{K_j}$	Miles de \$
$\sum_{j=1}^J \alpha_j XPE_j \leq \overline{T}$		$\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \dots \quad \alpha_j$		-1		$\leq \overline{T}$	Miles de \$
$\sum_{j=1}^J \phi_{kj} XPE_j \leq \overline{MP_k}$		$\phi_{11} \quad \phi_{12} \quad \dots \quad \phi_{1j}$ $\phi_{21} \quad \phi_{22} \quad \dots \quad \phi_{2j}$ $\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$ $\phi_{k1} \quad \phi_{k2} \quad \dots \quad \phi_{kj}$			-1 $\dots$ -1	$\leq \overline{MP_1}$ $\leq \overline{MP_2}$ $\dots$ $\leq \overline{MP_k}$	Toneladas
$CPE_j \geq \overline{CPE_j^*}$	1 $\dots$ 1					$\frac{\overline{CPE_1^*}}{\lambda_1} \leq CPE_1$ $\frac{\overline{CPE_2^*}}{\lambda_2} \leq CPE_2$ $\vdots$ $\frac{\overline{CPE_j^*}}{\lambda_j} \leq CPE_j$	Toneladas
$CPE_j + \sum_{j=1}^J XPE_j \leq 0$	1 $\dots$ 1	-1 $\dots$ -1			1 $\dots$ 1	≤ 0 ≤ 0 $\dots$ ≤ 0	
$F0BJ$	$p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_j$ Miles \$/ton	$-c_1 \quad -c_2 \quad \dots \quad -c_j$ Miles \$/ton	-s	-t	$-r_1 \quad -r_2 \quad \dots \quad -r_k$ Miles \$/ton		

CAPITULO III

METODOLOGIA

En esta sección se presenta la metodología empleada en la investigación. Además también se describen los datos y la forma como se obtuvieron.

Método de análisis.

La técnica de análisis utilizada en esta investigación es la programación lineal, metodología descrita en el capítulo anterior y a través de la cual se pretende realizar un análisis de las relaciones intersectoriales del sistema agroindustrial maíz que permita la optimización del uso de recursos en esta actividad.

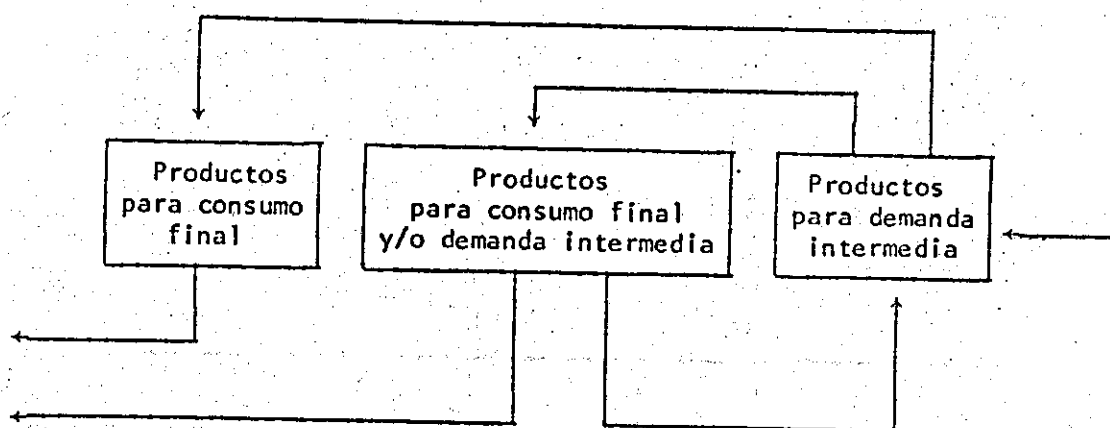
Construcción del modelo.

Para implementar el modelo definido se tomó el sistema agroindustrial maíz.

Del sistema considerado se tomaron 21 productos elaborados en él, los cuales se destinan a consumo final y/o demanda intermedia. A continuación se presentan estos productos y su destino:

Clave	Producto	Consumo final	Consumo final y demanda intermedia	Demanda intermedia
PE01	Tortilla de harina de maíz	X		
PE02	Tortilla de masa de nixtamal	X		
PE03	Harina de maíz	X	X	
PE04	Masa nixtamalizada	X	X	
PE05	Aceite de maíz	X	X	
PE06	Hojuelas de maíz	X	X	
PE07	Miel de maíz			X
PE08	Glúten de maíz			X
PE09	Salvado de maíz			X
PE10	Germen de maíz			X
PE11	Fécula de maíz			X
PE12	Glucosa de maíz			X
PE13	Maizena	X		
PE14	Leche condensada, evaporada y en polvo	X		
PE15	Flanes, gelatinas y productos similares	X		
PE16	Cajetas, yogurts y otros productos a base de leche	X		
PE17	Galletas y pastas alimenticias	X		
PE18	Dulces, bombones y confituras	X		
PE19	Aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias	X		
PE20	Frituras de harina de maíz (charritos)	X		
PE21	Alimentos para animales	X		

El cuadro indica que hay 11 productos que son destinados exclusivamente a consumo final, 4 productos que van a consumo final y/o demanda intermedia y 6 productos que únicamente tienen demanda intermedia. La siguiente gráfica aclara aun más el movimiento de estos productos y su interrelación en el sistema.



Los productos para consumo final al igual que los productos con dos destinos (consumo final y demanda intermedia) son producidos utilizando materias primas generadas al interior del sistema (demanda intermedia) o procedentes del exterior.

De esa forma las materias primas utilizadas en el modelo son las siguientes:

Clave	Materia prima
MP01	Maíz
MP02	Harina de maíz
MP03	Masa nixtamalizada
MP04	Aceite de maíz
MP05	Hojuelas de maíz
MP06	Miel de maíz
MP07	Glúten de maíz
MP08	Salvado de maíz
MP09	Germen de maíz
MP10	Fécula de maíz
MP11	Glucosa de maíz
MP12	Olote

Función objetivo.

La función objetivo impuesta al modelo es: Maximizar el valor neto de las ventas del sistema agroindustrial maíz al resto de la agroindustria. Considerando las ventas netas como la diferencia obtenida de los ingresos por la venta de los productos elaborados j al consumo final (p_jCPE_j) menos el conjunto de costos: implícitos de la producción (c_jXPE_j), salarios (sFT), transporte (tT) y materia prima (r_kMP_k).

$$\text{Maximizar } V = \sum_{j=1}^J p_jCPE_j - \sum_{j=1}^J c_jXPE_j - sFT - tT - \sum_{k=1}^K r_kMP_k$$

Actividades del modelo.

La matriz de trabajo quedó constituida por 57 actividades: 21 de venta

o consumo final (CPE_j) correspondientes a 22 de producción (XPE_j), una de contratación de fuerza de trabajo (FT), una de contratación de servicios de transporte (T) y 12 de adquisición de materias primas.

Venta o consumo final (CPE_j)^{1/}

CPE01	CPE12
CPE02	CPE13
CPE03	CPE14
CPE04	CPE15
CPE05	CPE16
CPE06	CPE17
CPE07	CPE18
CPE08	CPE19
CPE09	CPE20
CPE10	CPE21
CPE11	

Producción (XPE_j)^{2/}

XPE01	XPE12
XPE02	XPE13
XPE03	XPE14
XPE04	XPE15
XPE05	XPE16
XPE06	XPE17
XPE07	XPE18
XPE08	XPE19
XPE09	XPE20
XPE10	XPE21
XPE11	XPE22 ^{3/}

^{1/} j = 21 productos elaborados
Ejemplo: CPE01, venta del producto elaborado tortilla de harina de maíz.

^{2/} j = 21 productos elaborados
Ejemplo: XPE01, producción del producto elaborado tortilla de harina de maíz.

^{3/} Columna de transferencia.

Contratación de fuerza de trabajo

FT07

Contratación de servicios de transporte

T

Adquisición de materias primas (MP_k)^{4/}

MP01

MP07

MP02

MP08

MP03

MP09

MP04

MP10

MP05

MP11

MP06

MP12

Restricciones del modelo.

Se plantearon además 63 restricciones: una para la utilización de fuerza de trabajo (R01), 21 para la capacidad instalada (R02 - R22), una para la utilización de servicios de transporte (R23), 17 para los requerimientos de materias primas (R24 - R40), 2 para consumos mínimos (R41 - R42) y 21 ecuaciones de transferencia (R43 - R63).

Utilización de fuerza de trabajo

R01

FT

^{4/} k = 12 materias primas.

Capacidad instalada

R02	PE01	R13	PE12
R03	PE02	R14	PE13
R04	PE03	R15	PE14
R05	PE04	R16	PE15
R06	PE05	R17	PE16
R07	PE06	R18	PE17
R08	PE07	R19	PE18
R09	PE08	R20	PE19
R10	PE09	R21	PE20
R11	PE10	R22	PE21
R12	PE11		

Utilización de servicios de transporte

R23 T

Requerimientos de materias primas

R24	MP01	R33	MP06
R25	MP02	R34	MP07
R26	MP02	R35	MP08
R27	MP03	R36	MP09
R28	MP03	R37	MP10
R29	MP04	R38	MP11
R30	MP04	R39	MP12
R31	MP05	R40 ^{5/}	
R32	MP05		

^{5/} Hilera de transferencia.

Consumos mínimos

R41	PE01	R42	PE02
-----	------	-----	------

Ecuaciones de transferencia^{6/}

R43	PE01	R54	PE12
R44	PE02	R55	PE13
R45	PE03	R56	PE14
R46	PE04	R57	PE15
R47	PE05	R58	PE16
R48	PE06	R59	PE17
R49	PE07	R60	PE18
R50	PE08	R61	PE19
R51	PE09	R62	PE20
R52	PE10	R63	PE21
R53	PE11		

De esta forma el tamaño de la matriz utilizada fue de 63x57.

Datos del modelo.

El modelo se alimentó con datos obtenidos en los censos industriales de 1975 publicados por la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP).

Los siguientes coeficientes (Cuadro 7) se determinaron así:

1. Fuerza de trabajo por unidad de producción

$$\sigma_j = \frac{\text{Personal ocupado total promedio}}{\text{Producción}} \text{ (hombres/ton.)}$$

^{6/} Establecen el destino de la producción del sistema agroindustrial maíz: endógenamente hacia el sistema mismo y exógenamente al consumo final.

Cuadro 7. Parámetros estructurales: requerimientos de fuerza de trabajo, de capacidad instalada y de servicio de transporte.

Producto Elaborado	Coeficiente Técnico		
	σ_j	δ_j	α_j
PE01	0.2105	2.6534	0.2290
PE02	0.2105	2.6534	0.2290
PE03	0.0056	0.9527	0.2287
PE04	0.0448	0.2853	0.2287
PE05	0.0139	1.2192	0.0400
PE06	0.0139	1.2192	0.0400
PE07	0.0139	1.2192	0.0400
PE08	0.0139	1.2192	0.0400
PE09	0.0139	1.2192	0.0400
PE10	0.0139	1.2192	0.0400
PE11	0.0056	0.6574	0.2287
PE12	0.0056	0.6574	0.2287
PE13	0.0139	1.2192	0.0400
PE14	0.0098	0.8351	0.1360
PE15	0.0893	3.3354	0.2287
PE16	0.0416	1.4782	0.2287
PE17	0.0246	1.1703	0.0890
PE18	0.0739	2.4047	0.2287
PE19	0.0068	0.8567	0.1790
PE20	0.0241	1.3255	0.2287
PE21	0.0025	0.2045	0.0760

FUENTE: Manual de Estadísticas Básicas. Sector Industrial 1. Información Censal Nacional. SPP. México, 1981.
Sistema de Cuentas Nacionales de México. Tomo VII. Matriz de Insumo-Producto. Año de 1975. SPP. México, 1981.

2. Capacidad instalada

$$\delta_j = \frac{\text{Activo fijo ponderado por la capacidad instalada}}{\text{Producción}} \quad (\text{miles \$ / ton.})$$

3. Servicio de transporte

$$\alpha_j = \frac{\text{Demanda de transporte por producto}}{\text{Producción}} \quad (\text{miles \$ / ton.})$$

Los coeficientes técnicos de requerimientos de la materia prima k por unidad de producto elaborado j (ϕ_{kj}) se obtuvieron del desglose de materias primas consumidas por producto elaborado (Cuadro 8).

En cuanto a las variables exógenas tenemos:

El precio o índice de precios compuesto para el producto elaborado j destinado al consumo final (Cuadro 9), se obtuvo del desglose de productos obtenidos por clase de actividad, mediante el siguiente cálculo:

$$p_j = \frac{\text{Valor de la producción}}{\text{Producción}} \quad (\text{miles de \$ / ton.})$$

Los costos implícitos por unidad de producto elaborado j , (Cuadro 9), se obtuvieron del desglose de materias primas consumidas por producto elaborado, mediante el siguiente cálculo:

$$c_i = \frac{\text{Valor de las materias primas consumidas}}{\text{Cantidad de materias primas consumidas}} \quad (\text{miles de \$ / ton.})$$

Cuadro 8. Parámetros estructurales: requerimientos de materia prima por unidad de producto elaborado.

PRODUCTO	PE01	PE02	PE03	PE04	PE05	PE06	PE07	PE08	PE09	PE10	PE11	PE12	PE13	PE14	PE15	PE16	PE17	PE18	PE19	PE20	PE21
MATERIA PRIMA																					
MP01	1.087	0.5555	41.7972	34.085	39.043	11.9523	10.4382	24.7346	5.2302	11.1506	9.4974										0.0406
MP02	0.5962																				0.1235 0.0009
MP03	1.371																				
MP04														0.0034							
MP05																		0.0007			
MP06																0.1438					
MP07																					0.002
MP08																					0.0004
MP09																			0.0027		
MP10																					
MP11															0.0382	0.0022	0.0025	0.0002			
MP12																		0.1668			0.0016

FUENTE: X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de Materias Primas Consumidas por Clase de Actividad. SPP. México, 1981.

Cuadro 9. Indicadores de precios para consumo final y costos para actividades de producción.

Variable	Precio (pj)	Costos (cj)
PE01	7.68	-2.89
PE02	7.68	-1.54
PE03	2.63	-1.86
PE04	1.33	-1.72
PE05	16.00	-12.41
PE06	11.08	-24.22
PE07		- 2.62
PE08		-2.34
PE09		-1.82
PE10		-4.67
PE11		-2.66
PE12		-2.98
PE13	8.83	-1.76
PE14	14.05	-4.18
PE15	22.90	-5.26
PE16	11.61	-1.89
PE17	7.20	-3.00
PE18	13.78	-5.50
PE19	5.92	-4.29
PE20	33.75	-3.65
PE21	2.44	-2.21

FUENTE: X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de Productos Obtenidos por Clase de Actividad. SPP. México, 1981.

X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de Materias Primas Consumidas por Clase de Actividad. SPP. México, 1981.

Cuadro 10. Indicadores de precios para tasa de salarios para el jornal medio, cuota por servicio de transporte y precio de la materia prima.

Variable	Costo (s)	Costo (t)	Precio (rk)
FT	-0.050		
T		-0.097	
MP01			-1.86
MP02			-2.63
MP03			-1.33
MP04			-16.00
MP05			-11.08
MP06			-9.23
MP07			-2.57
MP08			-1.60
MP09			-2.13
MP10			-2.56
MP11			-2.74
MP12			-0.48

FUENTE: Econotecnia Agrícola Num. 9, Vol. I. 1978. SARH.

Sistema de Cuentas Nacionales de México. Tomo IV. Cuenta de Producción: Servicios. SPP. México, 1981.

X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de Productos Obtenidos por Clase de Actividad. SPP. México, 1981.

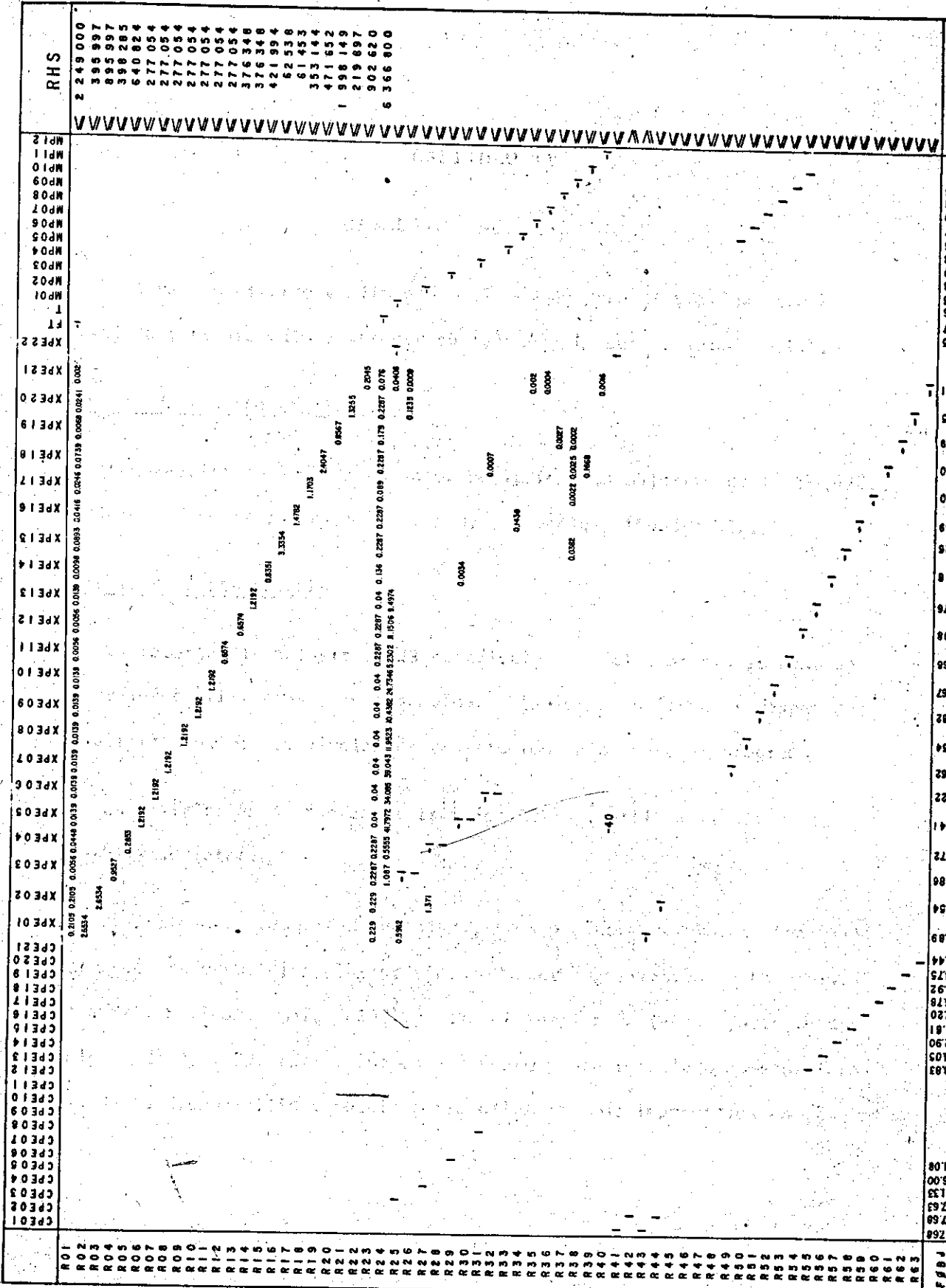
Cuadro 11. Niveles de restricción disponibles para fuerza de trabajo, capacidad instalada y transporte.

Restricciones	Nivel	Restricciones	Nivel
$\bar{F}T$	2,749,000	$\bar{K}_{12}$	376,348
$\bar{K}_1$	895,997	$\bar{K}_{13}$	376,348
$\bar{K}_2$	895,997	$\bar{K}_{14}$	421,994
$\bar{K}_3$	398,285	$\bar{K}_{15}$	62,538
$\bar{K}_4$	640,824	$\bar{K}_{16}$	61,453
$\bar{K}_5$	277,054	$\bar{K}_{17}$	853,144
$\bar{K}_6$	277,054	$\bar{K}_{18}$	471,652
$\bar{K}_7$	277,054	$\bar{K}_{19}$	1,998,149
$\bar{K}_8$	277,054	$\bar{K}_{20}$	219,897
$\bar{K}_9$	277,054	$\bar{K}_{21}$	902,620
$\bar{K}_{10}$	277,054	$\bar{T}$	6,366,800
$\bar{K}_{11}$	277,054		

FUENTE: Manual de Estadísticas Básicas. Sector Industrial 1. Información Censal Nacional. SPP. México, 1981.

Sistema de Cuentas Nacional de México. Tomo VII. Matriz de Insumo-Producto. Año 1975. SPP. México, 1981.

GRAFICA 3 MATRIZ DEL MODELO USADO



CAPITULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

Una vez construido y alimentado el modelo para el Sistema Agroindustrial Maíz se procedió a obtener su solución la cual resultó óptima.

Reporte de Función Objetivo.

Los resultados indican un valor de la función objetivo de 16'261,428.3 millones de pesos correspondientes al año de 1975 (Cuadro 12).

Reporte de Restricciones

Se reporta el análisis de 23 restricciones. El análisis se basa en los valores utilizados y en las holguras (valor no utilizado) respecto a la utilización de los niveles de restricción dados para el programa.

La restricción de fuerza de trabajo (R01) no utiliza el 92% de la disponibilidad total.

Respecto a la capacidad instalada, tres productos elaborados no utilizaron los recursos disponibles; siete productos utilizaron un bajo nivel (1 a 6%); harina de maíz (PE03) y masa nixtamalizada (PE04) tuvieron una holgura de 73 y 79% respectivamente y nueve productos elaborados hicieron uso de la disponibilidad total, entre ellos los más importantes en cuanto

a monto: tortillas de masa nixtamalizada (PE02); aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias (PE19) y alimentos para animales (PE21).

La restricción de transporte (R23) utilizó sólo el 19% (Cuadro 12).

Reporte de Actividades.

El modelo dejó fuera las siguientes actividades de producción:

Miel de maíz (PE07)

Maizena (PE13)

Cajetas, yogurts y otros productos a base de leche (PE16),

ya que asignó los recursos a las actividades más rentables, dando mayor importancia a las siguientes:

Tortillas de masa nixtamalizada (PE02)

Masa nixtamalizada (PE04)

Leche condensada, evaporada y en polvo (PE14)

Galletas y pastas alimenticias (PE17)

Aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias (PE19)

Alimentos para animales (PE21).

En cuanto a los productos que el modelo consideró no se destinaron a consumo final están:

Harina de maíz (PE03)

Masa nixtamalizada (PE04)

Aceite de maíz (PE05)

Cuadro 12. Función objetivo y restricciones del modelo.

Función objetivo		Valor (miles de pesos)
V		16'261,428.3
Restricciones	Valor utilizado (miles de pesos)	Valor no utilizado (porcentaje)
R01 (FT)	185.247.8	92
R02 (PE01)	395,997.0	0
R03 (PE02)	895,997.0	0
R04 (PE03)	108,072.8	73
R05 (PE04)	132,081.8	79
R06 (PE05)	2,094.7	99
R07 (PE06)	167.4	100
R08 (PE07)	-	100
R09 (PE08)	10,762.6	96
R10 (PE09)	2,152.5	99
R11 (PE10)	7,677.8	97
R12 (PE11)	1,536.3	99
R13 (PE12)	21,507.3	94
R14 (PE13)	-	100
R15 (PE14)	421,994.0	0
R16 (PE15)	62,538.0	0
R17 (PE16)	-	100
R18 (PE17)	353,144.0	0
R19 (PE18)	471,652.0	0
R20 (PE19)	1'998,149.0	0
R21 (PE20)	219,879.0	0
R22 (PE21)	902,620.0	0
R23 (T)	1'187,702.1	81

Hojuelas de maíz (PE06)

Maízena (PE13)

Cajetas, yogurts y otros productos a base de leche (PE16),

los productos prioritarios fueron los mismos que para las actividades de producción con excepción de masa nixtamalizada (PE04) que fue utilizado por el modelo para la producción de tortillas de masa nixtamalizada (PE02).

Con respecto a la adquisición de materias primas (todas se producen dentro del mismo sistema agroindustrial con excepción de maíz MP01 y olate MP12) el modelo únicamente no consideró:

Miel de maíz (MP06)

que es materia prima del producto elaborado cajetas, yogurts y otros productos a base de leche (PE16), que lógicamente no fue considerado por el modelo para las actividades de producción y consumo final (Cuadro 13).

Análisis de precios sombra.

Un concepto de gran utilidad para el análisis de los resultados es el de los precios sombra.

Precio neto (c) es el incremento bruto en la función objetivo por llevar a cabo una unidad de cualquier actividad.

Costo de oportunidad (z) es el sacrificio o la substracción a la función objetivo debido a la realización de una unidad de la actividad.

Precio sombra (z-c) es el efecto neto [sacrificio (costo de oportunidad)-incremento (precio neto)] sobre la función objetivo debido a la

Cuadro 13. Actividades del modelo.

Venta o consumo final	Toneladas	Producción	Toneladas	Materias primas	Toneladas
CPE01	149,241.3	XPE01	149,241.3	MP01	1'292,897.3
CPE02	337,678.8	XPE02	337,678.8	MP02	113,438.4
CPE03	-	XPE03	113,438.4	MP03	462,957.7
CPE04	-	XPE04	462,957.7	MP04	1,718.1
CPE05	-	XPE05	1,718.1	MP05	137.3
CPE06	-	XPE06	137.3	MP06	-
CPE13	-	XPE07	-	MP07	8,827.6
CPE14	505,321.5	XPE08	8,827.6	MP08	1,765.5
CPE15	18,749.8	XPE09	1,765.5	MP09	6,297.4
CPE16	-	XPE10	6,297.4	MP10	2,336.9
CPE17	301,755.1	XPE11	2,336.9	MP11	32,715.7
CPE18	196,137.6	XPE12	32,715.7	MP12	7,062.1
CPE19	2'332,378.9	XPE13	-		
CPE20	165,897.4	XPE14	505,321.5		
CPE21	4'413,789.7	XPE15	18,749.8		
		XPE16	-		
		XPE17	301,755.1		
		XPE18	196,137.6		
		XPE19	2'332,378.9		
		XPE20	165,897.4		
		XPE21	4'413,789.7		

realización de una unidad de actividad; es el incremento neto en la función objetivo por llevar a cabo una unidad de actividad.

En un problema de producción los precios sombra miden el impacto de aumentar en una unidad la disponibilidad de insumos, sobre el ingreso generado.

Precios sombra de los recursos: es un indicador de la pérdida que sufre el modelo al retirar una unidad disponible en aquellas restricciones en que se utiliza todo el nivel dado. Los precios sombra más altos son 11.68 y 22.10 de los recursos para producir leche condensada, evaporada y en polvo (PE14) y frituras de harina de maíz o charritos (PE20) respectivamente. Los precios sombra más bajos son 0.34, 0.20 y 0.41 de los recursos para producir tortillas de harina y masa nixtamalizada (PE01 y PE02) y alimentos para animales (PE21) respectivamente. El precio sombra promedio de los recursos utilizados es de 5.20 (Cuadro 14).

Los precios sombra de las actividades: nos indican lo que cuesta al modelo querer forzar una unidad de producción de actividades que no fueron consideradas. Es decir, que se causa un decremento en la función objetivo si se quiere producir una unidad más de producto.

En las actividades de producción sólo hay dos precios sombra con valor de 16.88 y 10.60 para los productos miel de maíz (PE07) y maizena (PE13) respectivamente.

En las actividades de consumo se puede observar que los precios sombra se dan con un valor alto sólo en cuatro productos: harina de maíz (PE03), masa nixtamalizada (PE04), aceite de maíz (PE05) y hojuelas de maíz (PE06), que son utilizados para consumo final y como demanda inter-

Cuadro 14. Precios sombra de los recursos.

Recursos	Precios sombra (miles de pesos)
R01 (FT)	0.00
R02 (PE01)	-0.34
R03 (PE02)	-0.20
R04 (PE03)	0.00
R05 (PE04)	0.00
R06 (PE05)	0.00
R07 (PE06)	0.00
R08 (PE07)	0.00
R09 (PE08)	0.00
R10 (PE09)	0.00
R11 (PE10)	0.00
R12 (PE11)	0.00
R13 (PE12)	0.00
R14 (PE13)	0.00
R15 (PE14)	-11.68
R16 (PE15)	-5.12
R17 (PE16)	0.00
R18 (PE17)	-3.56
R19 (PE18)	-1.56
R20 (PE19)	-1.73
R21 (PE20)	-22.10
R22 (PE21)	-0.41
R23 (T)	0.00

media; lo que indica que las actividades que no fueron consideradas por el modelo tienen un costo marginal si se quieren incluir.

En las actividades de materias primas, los precios sombra son ceros (Cuadro 15).

Consistencia interna del modelo.

Los 21 productos elaborados incluidos en el modelo tienen tres alternativas de destino:

1. Demanda intermedia
2. Demanda intermedia y/o consumo final
3. Consumo final.

A partir de la materia prima fundamental (maíz en grano) se obtienen 12 productos, de los cuales 10 tienen las dos primeras alternativas; de tal forma que de las 12 materias primas consideradas, 10 surgen de la industrialización del grano y son usadas para producir los otros 9 productos (Cuadro 16).

Las disponibilidades de materias primas consideradas por el modelo están en perfecta concordancia con el consumo de ellas por parte de las actividades de producción.

A continuación se detalla la consistencia del modelo.

La cantidad de la materia prima maíz (MP01) utilizada en el modelo fue por un total de 1'292,897.3 toneladas, compuesta de la siguiente manera:

Cuadro 15. Precios sombra de las actividades.

Venta o consumo final	Precios sombra (miles de pesos)	Producción	Precios sombra (miles de pesos)	Materias primas	Precios sombra (miles de pesos)
CPE01	0.00	XPE01	0.00	MP01	0.00
CPE02	0.00	XPE02	0.00	MP02	0.00
CPE03	-3.88	XPE03	0.00	MP03	0.00
CPE04	-2.75	XPE04	0.00	MP04	0.00
CPE05	-15.75	XPE05	0.00	MP05	0.00
CPE06	-87.62	XPE06	0.00	MP06	0.00
CPE13	0.00	XPE07	-16.88	MP07	0.00
CPE14	0.00	XPE08	0.00	MP08	0.00
CPE15	0.00	XPE09	0.00	MP09	0.00
CPE16	0.00	XPE10	0.00	MP10	0.00
CPE17	0.00	XPE11	0.00	MP11	0.00
CPE18	0.00	XPE12	0.00	MP12	0.00
CPE19	0.00	XPE13	-10.60		
CPE20	0.00	XPE14	0.00		
CPE21	0.00	XPE15	0.00		
		XPE16	0.00		
		XPE17	0.00		
		XPE18	0.00		
		XPE19	0.00		
		XPE20	0.00		
		XPE21	0.00		

Cuadro 16. Productos elaborados y materias primas usados en el modelo.

Materias Primas	Productos Elaborados		
	Demanda Intermedia	Demanda Intermedia y/o Consumo Final	Consumo Final
(MP01) Maíz	(PE07) Miel de maíz (PE08) Glúten de maíz (PE09) Salvado de maíz (PE10) Germen de maíz (PE11) Fécula de maíz (PE12) Glucosa de maíz	(PE03) Harina de maíz (PE04) Masa nixtamalizada (PE05) Aceite de maíz (PE06) Hojuelas de maíz	(PE13) Maizena (PE21) Alimentos para animales
(MP02) Harina de maíz			(PE01) Tortilla de harina de maíz (PE20) Frituras (PE21) Alimentos para animales
(MP03) Masa nixtamalizada			(PE02) Tortillas de masa nixtamalizada
(MP04) Aceite de maíz			(PE14) Leche condensada, evaporada y en polvo
(MP05) Hojuelas de maíz			(PE18) Dulces, bombones y confituras
(MP06) Miel de maíz			(PE16) Cajetas, yogurts y otros productos a base de leche

Materias Primas	Productos Elaborados		
	Demanda Intermedia	Demanda Intermedia y/o Consumo Final	Consumo Final
(MP07) Glúten de maíz			(PE21) Alimentos para animales
(MP08) Salvado de maíz			(PE21) Alimentos para animales
(MP09) Germen de maíz			(PE19) Aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias
(MP10) Fécula de maíz			(PE15) Flanes, gelatinas y otros productos similares
			(PE17) Galletas y pastas alimenticias
			(PE18) Dulces, bombones y confituras
(MP11) Glucosa de maíz			(PE19) Aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias
(MP12) Oloté			(PE18) Dulces, bombones y confituras
			(PE21) Alimentos para animales

(XPE22)* 68,723.7 toneladas

(MP01) 1'224,173.6 "

1'292,897.3 toneladas

Dicha disponibilidad fue consumida por diez actividades de producción pues dos actividades (XPE07 Miel de maíz y XPE13 Maizena) no fueron consideradas por el modelo.

El consumo de las materias primas se ilustra con el siguiente ejemplo:

Para producir 1 ton. de harina de maíz se necesitan 1.087 ton. de maíz, para producir 113,438.43 ton. de harina de maíz qué cantidad de maíz fue necesaria.

$$1 - 1.087$$

$$113,438.43 - x$$

$$x = \frac{(113,438.43)(1.087)}{1} = 123,307.57 \text{ ton.}$$

El consumo de la materia prima maíz se llevó a cabo de la forma siguiente:

* Columna de Transferencia.

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE03	113,438.4	x	1.0870	=	123,307.57
XPE04	462,957.7	x	0.5555	=	257,172.98
XPE05	1,718.1	x	41.7972	=	71,811.35
XPE06	137.3	x	34.0850	=	4,679.53
XPE08	8,827.6	x	11.9593	=	105,509.88
XPE09	1,765.5	x	10.4382	=	18,428.75
XPE10	6,297.4	x	24.7346	=	155,764.76
XPE11	2,336.9	x	5.2302	=	12,222.56
XPE12	32,715.7	x	11.1506	=	364,800.13
XPE21	4'413,789.7	x	0.0406	=	179,199.86
					1'292,897.30

La cantidad de la materia prima harina de maíz (MP02) utilizada en el modelo fue de 113,438.4 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE03). El consumo de esta materia prima se realizó por las actividades de producción tortillas de harina de maíz, frituras y alimentos para animales:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE01	149,241.3	x	0.5962	=	88,977.7
XPE20	165,897.4	x	0.1235	=	20,488.3
XPE21	4'413,789.7	x	0.0009	=	3,972.4
					113,438.4

La cantidad de la materia prima masa nixtamalizada (MP03) utilizada en el modelo fue de 462,957.7 toneladas, mismas que fueron producidas

al interior del sistema (XPE04). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción tortillas de masa nixtamalizada:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE02	337,678.8	x	1.371	=	462,957.7

La cantidad de la materia prima aceite de maíz (MP04) utilizada en el modelo fue de 1,718.1 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE05). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción leche condensada, evaporada y en polvo:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE14	505,321.5	x	0.0034	=	1,718.1

La cantidad de la materia prima hojuelas de maíz (MP05) utilizada en el modelo fue de 137.3 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE06). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción dulces, bombones y confituras:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE18	196,137.6	x	0.0007	=	137.3

La materia prima miel de maíz (MP06) no fue considerada por el modelo y por tanto no hubo producción de la actividad cajetas, yogurts y otros productos a base de leche (XPE16).

La cantidad de la materia prima glúten de maíz (MP07) utilizada en

el modelo fue de 8,827.6 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE08). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción alimentos para animales:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE21	4'413,789.7	x	0.002	=	8,827.6

La cantidad de la materia prima salvado de maíz (MP08) utilizada en el modelo fue de 1,765.5 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE09). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción alimentos para animales:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE21	4'413,789.7	x	0.0004	=	1,765.5

La cantidad de la materia prima germen de maíz (MP09) utilizada en el modelo fue de 6,297.4 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE10). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE19	2'332,378.9	x	0.0027	=	6,297.4

La cantidad de la materia prima fécula de maíz (MP10) utilizada en el modelo fue de 2,336.9 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE11). El consumo de esta materia prima se realizó

por las actividades de producción flanes, gelatinas y otros productos similares; galletas y pastas alimenticias; dulces, bombones y confituras; aceites, margarinas y otras grasas vegetales alimenticias:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE15	18,749.8	x	0.0382	=	716.2
XPE17	301,755.1	x	0.0022	=	663.9
XPE18	196,137.6	x	0.0025	=	490.3
XPE19	2'332,378.9	x	0.0002	=	466.5
					2,336.9

La cantidad de la materia prima glucosa de maíz (MP11) utilizada en el modelo fue de 32,715.7 toneladas, mismas que fueron producidas al interior del sistema (XPE12). El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción dulces, bombones y confituras:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE18	196,137.6	x	0.1168	=	32,715.7

La cantidad de la materia prima olote (MP12) utilizada en el modelo fue de 7,062.1 toneladas. El consumo de esta materia prima se realizó por la actividad de producción alimentos para animales:

<u>Clave</u>	<u>Actividad de producción (ton.)</u>		<u>Coefficiente técnico</u>		<u>Consumo de materia prima (ton.)</u>
XPE21	4'413,789.7	x	0.0016	=	7,062.1

CONCLUSIONES

- El ejercicio de simulación realizada con el modelo de programación lineal constituye un intento para examinar la asignación de recursos y la satisfacción de metas endógenas y exógenas (en este caso de consumo) para el Sistema Agroindustrial Maíz y para el resto de la agroindustria respectivamente. Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos, si bien son consistentes, deben considerarse como preliminares, por cuanto el modelo es susceptible de ser mejorado respecto a la información utilizada y a la expansión de actividades y restricciones incluidas en el mismo.
- Existen muchas holguras en la disponibilidad de recursos que van desde el 73% hasta el 100%, lo cual indica que la producción potencial del Sistema era mucho mayor que la realizada, evidenciando un inadecuado aprovechamiento de recursos.
- Aunque este modelo arroja resultados alejados en algunos casos de la realidad, tiene cierta utilidad porque permite establecer comparaciones entre las ventajas económicas de diversas actividades agroindustriales. En última instancia el estudio pretende sugerir las relaciones económicas que se dan en la actividad agroindustrial, con propósitos de simulación limitada.

- Los resultados aquí obtenidos deben entenderse no en sus valores absolutos, sino como tendencias que destacan la competitividad de algunas líneas de producción con respecto a otras.
- En investigaciones posteriores, el modelo se puede ir ajustando más a la realidad. Aquí sólo se establece una premisa metodológica que permita una planeación más objetiva de la agroindustria.

BIBLIOGRAFIA

1. Beneke, Raymond; Winterboer Ronald. Linear programming applications to agriculture. The Iowa State University Press, AMES, 1973.
2. Carvallo G., Félix R. Reducción del costo de alimentación en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1974.
3. Documentos Técnicos para el Desarrollo Agroindustrial. El desarrollo agroindustrial y los sistemas alimentarios básicos. Maíz, número 11. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial. México, 1982.
4. Documentos de Trabajo para el Desarrollo Agroindustrial. El desarrollo agroindustrial y la planeación de su estrategia. Número 9. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial. México, 1982.
5. Dorfman P., Samuelson P. y Solow R. Programación Lineal y Análisis Económico. Editorial Aguilar. Madrid, 1972.
6. Manual de Estadísticas Básicas. Sector Industrial 1. Información Censal Nacional. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
7. Proyecto Conjunto COPIDER-HARVARD. University Graduate School of Business Administration. La Política Alimentaria Mexicana (1980-1982). Taller Preliminar 18 y 19 de Octubre de 1982. México.
8. Reyes M., Manuel J. Modelo de Planeación para Ramas Agroindustriales. Tesis de Maestría. Escuela Superior de Economía, Sección de Graduados, Instituto Politécnico Nacional. México, 1982.
9. Rosales R., Reinaldo R. Análisis Económico del Problema Nutricional en México: Un enfoque de Programación Lineal. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1976.

10. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Tomo VII. Matriz de Insumo-Producto. Año de 1975. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
11. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Tomo IV. Cuentas de Producción: Servicios. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
12. X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de productos obtenidos por clase de actividad. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
13. X Censo Industrial 1976. Datos de 1975. Desglose de materias primas consumidas por clase de actividad. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.

APENDICE

PAQUETE DE PROGRAMACION

El sistema empleado en esta investigación fue el MPS el cual es un lenguaje utilizado para resolver problemas de Programación Lineal mediante el uso de ciertas instrucciones básicas proporcionadas a la computadora.

El método utilizado por el MPS para resolver el problema es el SIMPLEX; consiste en un procedimiento iterativo en el que cada paso que efectúa se mejora el valor de la función objetivo o al menos continúa igual.

Para elaborar el programa se considera el conjunto de tarjetas en tres partes: tarjetas de control, tarjetas de programa y tarjetas de datos, el orden en que se colocan es el siguiente:

Las tarjetas de control son las tres primeras incluidas en el programa; el nombre del trabajo al igual que el del usuario debe comprender de 1 a 8 caracteres.

Las tarjetas del programa son las que le dicen al computador los procedimientos que tiene que llevar a cabo, asignarle los nombres correspondientes, reservar memoria para el proceso de trabajo, etc. Estas tarjetas son las siguientes 16.

En la instrucción `MØVE(XDATA, 'MAIZ')`, la palabra MAIZ, que es el nombre del trabajo, es también la misma que sigue a NAME en las tarjetas de

datos y no puede ser mayor de 8 caracteres.

En la instrucción SETUP('MAX'), la palabra MAX indica la optimización (en este caso maximización) de la función objetivo.

En las instrucciones MOVE(XRHS, 'B') y MOVE(XOBJ, 'V'), la letra B es la que se le asignó a las restricciones del modelo; y la letra V a la funcción objetivo, es la misma que va a continuación de N en las tarjetas de datos.

Las tarjetas de datos: la primera tarjeta del conjunto de datos debe ser la palabra NAME que ocupa las columnas 1 a 4 y en la columna 15 a la 22 va el nombre del trabajo.

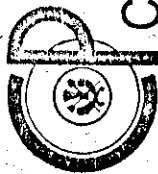
La siguiente tarjeta tiene la palabra clave ROWS de la columna 1 a la 4.

La tarjeta con la palabra clave COLUMNS empieza en la primera columna.

En la siguiente tarjeta en el campo # 2 (5 a la 12) se pone el nombre de la columna 1, en el campo # 3 (15 a la 22) el nombre de la primera hilera y en el campo # 4 (25 a la 36) el valor de esa interacción, en el campo # 5 (40 a la 47) el nombre de la hilera 2 y en el campo # 6 (50 a la 61) el valor de esa intersección y así sucesivamente hasta terminar con la columna entera utilizando cualquier número de tarjetas con el único cuidado de anotar siempre en el campo # 2 el nombre de la columna que en ese momento se está codificando. El punto decimal del valor de la intersección va en las columnas 32 y 57.

En la siguiente sección la primera tarjeta tiene la palabra clave RHS (Right Hand Side), en esta sección se hace exactamente lo mismo que se hizo en la anterior.

Por último están las tarjetas ENDATA, con la cual los datos se terminan, /* y // para cerrar el programa.



CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO
DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

CEC 017

HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 21 de _____

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
//M,A,I,Z,J,O,B,E,N259,F,O,N,S,E,C,A,C,L,A,S,S,E,G,T,I,M,E=1											
//EX.EC.M.P.S											
//M,P,S,C,O,M,P,S,Y,S,I,N,D,D,*											
P,R,O,G,R,A,M											
I,N,I,T,I,A,L,Z											
M,O,V,E(X,D,A,T,A,'M,A,I,Z')											
M,O,V,E(X,P,B,N,A,M,E,'P,B,F,I,L,E')											
C,O,N,V,E,R,T											
S,E,T,U,P('M,A,X')											
M,O,V,E(X,R,H,S,'B')											
M,O,V,E(X,O,B,J,'V')											
B,C,D,O,U,T											
P,I,C,T,U,R,E											
P,R,I,M,A,L											
S,O,L,U,T,I,O,N											
E,X,I,T											
P,E,N,D											
/ *											
//M,P,S,E,X,E,C,S,Y,S,I,N,D,D,*											
N,A,M,E,I,M,A,I,Z											
R,O,W,S											
N,V											
L,R,O1											
L,R,O2											
L,R,O3											



HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 2 de _____

[illegible]



DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

(60 columnas máximo)

F E C H A

Hoja 4 de 4

[illegible]



CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO
DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

CES 017

HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 5 de _____

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
X1P.E0.1		R10.2			2..6.5.3.4		R12.3			0..2.2.9	
X1P.E0.1		R12.5			0..5.9.6.2		R14.3			-1	
X1P.E0.2		V			-1..5.4		R10.1			0..2.1.0	
X1P.E0.2		R0.3			2..6.5.3.4		R12.3			0..2.2.9	
X1P.E0.2		R12.7			1..3.7.1		R14.4			-1	
X1P.E0.3		V			-1..8.6		R10.1			0..0.0.5	
X1P.E0.3		R0.4			0..9.5.2.7		R12.3			0..2.2.8	
X1P.E0.3		R12.4			1..0.8.7		R12.5			-1	
X1P.E0.3		R12.6									
X1P.E0.4		V			-1..7.2		R10.1			0..0.4.8	
X1P.E0.4		R0.5			0..2.8.5.3		R12.3			0..2.2.8	
X1P.E0.4		R12.4			0..5.5.5.5		R12.7			-1	
X1P.E0.4		R12.8									
X1P.E0.5		V			-12..4.1		R10.1			0..0.1.3	
X1P.E0.5		R0.6			1..2.1.9.2		R12.3			0..0.4	
X1P.E0.5		R12.4			4.1..7.9.7.2		R12.9			-1	
X1P.E0.5		R3.0					R14.0			-4.0	
X1P.E0.6		V			-2.4..2.2		R10.1			0..0.1.3	
X1P.E0.6		R0.7			1..2.1.9.2		R12.3			0..0.4	
X1P.E0.6		R12.4			3.4..0.8.5		R13.1			-1	
X1P.E0.6		R13.2									
X1P.E0.7		V			-2..6.2		R10.1			0..0.1.3	
X1P.E0.7		R0.8			1..2.1.9.2		R12.3			0..0.4	
X1P.E0.7		R12.4			3.9..0.4.3		R14.9			-1	
X1P.E0.8		V			-2..3.4		R10.1			0..0.1.3	



CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO
DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

CEC 017

HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 6 de _____

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
X ₁ PE 08		R ₁ 0.9			11.2192		R ₁ 2.3				0.04
X ₁ PE 08		R ₁ 2.4			11.9523		R ₁ 5.0				-1
X ₁ PE 09		V ₁			-1.82		R ₁ 0.1				0.0139
X ₁ PE 09		R ₁ 1.0			11.2192		R ₁ 2.3				0.04
X ₁ PE 09		R ₁ 2.4			10.4382		R ₁ 5.1				-1
X ₁ PE 10		V ₁			-4.67		R ₁ 0.1				0.0139
X ₁ PE 10		R ₁ 1.1			11.2192		R ₁ 2.3				0.04
X ₁ PE 10		R ₁ 2.4			24.7346		R ₁ 5.2				-1
X ₁ PE 11		V ₁			-2.66		R ₁ 0.1				0.0056
X ₁ PE 11		R ₁ 1.2			10.6574		R ₁ 2.3				0.2287
X ₁ PE 11		R ₁ 2.4			5.2302		R ₁ 5.3				-1
X ₁ PE 12		V ₁			-2.98		R ₁ 0.1				0.0056
X ₁ PE 12		R ₁ 1.3			10.6574		R ₁ 2.3				10.2287
X ₁ PE 12		R ₁ 2.4			11.1506		R ₁ 5.4				-1
X ₁ PE 13		V ₁			-1.76		R ₁ 0.1				10.0139
X ₁ PE 13		R ₁ 1.4			11.2192		R ₁ 2.3				10.04
X ₁ PE 13		R ₁ 2.4			9.4974		R ₁ 5.5				-1
X ₁ PE 14		V ₁			-4.18		R ₁ 0.1				10.0098
X ₁ PE 14		R ₁ 1.5			10.8351		R ₁ 2.3				0.136
X ₁ PE 14		R ₁ 2.9			10.0034		R ₁ 5.6				-1
X ₁ PE 15		V ₁			-5.26		R ₁ 0.1				10.0898
X ₁ PE 15		R ₁ 1.6			13.3354		R ₁ 2.3				0.2287
X ₁ PE 15		R ₁ 3.7			10.0382		R ₁ 5.7				-1
X ₁ PE 16		V ₁			-11.89		R ₁ 0.1				10.0418



CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO
DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

CEC 017

HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 7 de _____

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
X ₁ P ₁ E ₁ 6 ₁		R ₁ 3.3			0.1438		R ₁ 5.8				
X ₁ P ₁ E ₁ 7 ₁		V ₁			-3		R ₁ 0.1			-1	
X ₁ P ₁ E ₁ 7 ₁		R ₁ 1.8			1.1703		R ₁ 2.3			0.0245	
X ₁ P ₁ E ₁ 7 ₁		R ₁ 3.7			0.0022		R ₁ 5.9			0.089	
X ₁ P ₁ E ₁ 8 ₁		V ₁			-5.5		R ₁ 0.1			-1	
X ₁ P ₁ E ₁ 8 ₁		R ₁ 1.9			2.4047		R ₁ 2.3			0.0739	
X ₁ P ₁ E ₁ 8 ₁		R ₁ 3.1			0.0007		R ₁ 3.7			0.2287	
X ₁ P ₁ E ₁ 8 ₁		R ₁ 3.8			0.1668		R ₁ 6.0			0.0025	
X ₁ P ₁ E ₁ 9 ₁		V ₁			-4.29		R ₁ 0.1			-1	
X ₁ P ₁ E ₁ 9 ₁		R ₁ 2.0			0.8567		R ₁ 2.3			0.0063	
X ₁ P ₁ E ₁ 9 ₁		R ₁ 3.6			0.0027		R ₁ 3.7			0.179	
X ₁ P ₁ E ₁ 9 ₁		R ₁ 6.1			-1					0.0002	
X ₁ P ₁ E ₂ 0 ₁		V ₁			-3.65		R ₁ 0.1				
X ₁ P ₁ E ₂ 0 ₁		R ₁ 2.1			1.3255		R ₁ 2.3			0.0241	
X ₁ P ₁ E ₂ 0 ₁		R ₁ 2.5			0.1235		R ₁ 6.2			0.2287	
X ₁ P ₁ E ₂ 1 ₁		V ₁			-2.21		R ₁ 0.1			-1	
X ₁ P ₁ E ₂ 1 ₁		R ₁ 2.2			0.2045		R ₁ 2.3			0.0025	
X ₁ P ₁ E ₂ 1 ₁		R ₁ 2.4			0.0406		R ₁ 2.5			0.076	
X ₁ P ₁ E ₂ 1 ₁		R ₁ 3.4			0.002		R ₁ 3.5			0.0009	
X ₁ P ₁ E ₂ 1 ₁		R ₁ 3.9			0.0016		R ₁ 6.3			0.0004	
X ₁ P ₁ E ₂ 2 ₁		R ₁ 2.4			-1		R ₁ 4.0			-1	
F ₁ T ₁		V ₁			-0.05		R ₁ 0.1			-1	
T ₁		V ₁			-0.097		R ₁ 2.3			-1	
M ₁ P ₁ O ₁ 1		V ₁			-1.86		R ₁ 2.4			-1	
M ₁ P ₁ O ₁ 2		V ₁			-2.63		R ₁ 2.6			-1	



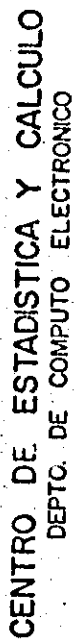
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO
DEPTO. DE COMPUTO ELECTRONICO

CEC 017

HOJA DE CODIFICACION
(60 columnas máximo)

FECHA _____
Hoja 8 de _____

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
M ₁ P ₀ 3		V ₁			-1	3.3		R ₁ 2.8			
M ₁ P ₀ 4		V ₁			-1	6		R ₁ 3.0			
M ₁ P ₀ 5		V ₁			-1	1	0.8	R ₁ 3.2			
M ₁ P ₀ 6		V ₁			-9	2.3		R ₁ 3.3			
M ₁ P ₀ 6		R ₁ 4.9									
M ₁ P ₀ 7		V ₁			-2	5.7		R ₁ 3.4			
M ₁ P ₀ 7		R ₁ 5.0									
M ₁ P ₀ 8		V ₁			-1	6		R ₁ 3.5			
M ₁ P ₀ 8		R ₁ 5.1									
M ₁ P ₀ 9		V ₁			-2	1.3		R ₁ 3.6			
M ₁ P ₀ 9		R ₁ 5.2									
M ₁ P ₁ 0		V ₁			-2	5.6		R ₁ 3.7			
M ₁ P ₁ 0		R ₁ 5.3									
M ₁ P ₁ 1		V ₁			-2	7.4		R ₁ 3.8			
M ₁ P ₁ 1		R ₁ 5.4									
M ₁ P ₁ 2		V ₁			-9	4.8		R ₁ 3.9			
RHS											
B ₁		R ₁ 0.1			2	249.0	0.0	R ₁ 0.2			
B ₁		R ₁ 0.3			8	959.9	7	R ₁ 0.4			
B ₁		R ₁ 0.5			6	40.8	2	R ₁ 0.6			
B ₁		R ₁ 0.7			2	77.0	5	R ₁ 0.8			
B ₁		R ₁ 0.9			2	77.0	5	R ₁ 1.0			
B ₁		R ₁ 1.1			2	77.0	5	R ₁ 1.2			
B ₁		R ₁ 1.3			3	76.3	4	R ₁ 1.4			
B ₁		R ₁ 1.5			4	21.9	9	R ₁ 1.6			



HOJA DE CODIFICACION

(60 columnas máximo)

FECHA

Hoja 9 de

CEC 017

[illegible]

[illegible]

MPSX/370 VIM2 MPSCL EXECUTION

CCONVERT MAIZ TO PROFILE

TIME = 0.00

1- FOWS SECTION.

0 MINOR ERROR(S) - 0 MAJOR ERROR(S).

2- COLUMNS SECTION.

0 MINOR ERROR(S) - 0 MAJOR ERROR(S).

3- RHS SECTION.

8

0 MINOR ERROR(S) - 0 MAJOR ERROR(S).

PROBLEM STATISTICS

60 LP ROWS

111 VARIABLES

266 LP ELEMENTS DENSITY = 3.99

THESE STATISTICS CONTAIN ONE SLACK VARIABLE FOR EACH ROW

0 MINOR ERRORS. 0 MAJOR ERRORS.

MPSX/370 VIM2

MPSCL EXECUTION

SETUP P9FILE

TIME = 0.04

MAX
SCALE

1 MATRIX FILES
2 SCRATCH FILES

XPFC = 0 -- MAXIMUM POSSIBLE PRICING = 5

.....PCOLS.....	NUMBER	SIZE	TOTAL
BASIC REGIONS	12	544	6528
WCFK REGIONS	1	144040	144040
SFILL ARRAYS	6	8192	49152
ETA BUFFERS	2	4096	8192
MATRIX BUFFERS			206896
.....TOTAL.....			

	TOTAL	NORMAL	.FREE.	FIXED BOUNDED
BC15MNS (LOG-VAR:)	59	59	5	3

266 ELEMENTS -- DENSITY = 3.99 -- 2 MATRIX RECORDS (WITHOUT RHS'S)

BCCUT -- USING P9FILE

TIME = 0.07

000001
 000002
 000003
 000004
 000005
 000006
 000007
 000008
 000009
 000010
 000011
 000012
 000013
 000014
 000015
 000016
 000017
 000018
 000019
 000020
 000021
 000022
 000023
 000024
 000025
 000026
 000027
 000028
 000029
 000030
 000031
 000032
 000033
 000034
 000035
 000036
 000037
 000038
 000039
 000040
 000041
 000042
 000043
 000044
 000045
 000046
 000047
 000048
 000049
 000050
 000051
 000052
 000053
 000054
 000055
 000056
 000057
 000058
 000059
 000060
 000061
 000062
 000063
 000064
 000065
 000066
 000067
 000068
 000069
 000070
 000071
 000072
 000073
 000074
 000075
 000076
 000077
 000078
 000079
 000080
 000081
 000082
 000083
 000084
 000085
 000086
 000087
 000088
 000089
 000090
 000091
 000092
 000093
 000094
 000095
 000096
 000097
 000098
 000099
 000100
 000101
 000102
 000103
 000104
 000105
 000106
 000107
 000108
 000109
 000110
 000111
 000112
 000113
 000114
 000115
 000116
 000117
 000118
 000119
 000120
 000121
 000122
 000123
 000124
 000125
 000126
 000127
 000128
 000129
 000130
 000131
 000132
 000133
 000134
 000135
 000136
 000137
 000138
 000139
 000140
 000141
 000142
 000143
 000144
 000145
 000146
 000147
 000148
 000149
 000150
 000151
 000152
 000153
 000154
 000155
 000156
 000157
 000158
 000159
 000160
 000161
 000162
 000163
 000164
 000165
 000166
 000167
 000168
 000169
 000170
 000171
 000172
 000173
 000174
 000175
 000176
 000177
 000178
 000179
 000180
 000181
 000182
 000183
 000184
 000185
 000186
 000187
 000188
 000189
 000190
 000191
 000192
 000193
 000194
 000195
 000196
 000197
 000198
 000199
 000200
 000201
 000202
 000203
 000204
 000205
 000206
 000207
 000208
 000209
 000210
 000211
 000212
 000213
 000214
 000215
 000216
 000217
 000218
 000219
 000220
 000221
 000222
 000223
 000224
 000225
 000226
 000227
 000228
 000229
 000230
 000231
 000232
 000233
 000234
 000235
 000236
 000237
 000238
 000239
 000240
 000241
 000242
 000243
 000244
 000245
 000246
 000247
 000248
 000249
 000250
 000251
 000252
 000253
 000254
 000255
 000256
 000257
 000258
 000259
 000260
 000261
 000262
 000263
 000264
 000265
 000266
 000267
 000268
 000269
 000270
 000271
 000272
 000273
 000274
 000275
 000276
 000277
 000278
 000279
 000280
 000281
 000282
 000283
 000284
 000285
 000286
 000287
 000288
 000289
 000290
 000291
 000292
 000293
 000294
 000295
 000296
 000297
 000298
 000299
 000300
 000301
 000302
 000303
 000304
 000305
 000306
 000307
 000308
 000309
 000310
 000311
 000312
 000313
 000314
 000315
 000316
 000317
 000318
 000319
 000320
 000321
 000322
 000323
 000324
 000325
 000326
 000327
 000328
 000329
 000330
 000331
 000332
 000333
 000334
 000335
 000336
 000337
 000338
 000339
 000340
 000341
 000342
 000343
 000344
 000345
 000346
 000347
 000348
 000349
 000350
 000351
 000352
 000353
 000354
 000355
 000356
 000357
 000358
 000359
 000360
 000361
 000362
 000363
 000364
 000365
 000366
 000367
 000368
 000369
 000370
 000371
 000372

[illegible][illegible]

MPSX/370 VM2

MPSC EXECUTION
SUMMARY OF MATRIX

SYMBOL	RANGE	COUNT (INCL. RHS)
Z	LESS THAN	.000001
Y	.000001 THRU	.000009
X	.000010	.000099
W	.000100	.000999
V	.001000	.009999
U	.010000	.099999
T	.100000	.999999
I	1.000000	1.000000
A	1.000001	10.000000
B	10.000001	100.000000
C	100.000001	1,000.000000
D	1,000.000001	10,000.000000
E	10,000.000001	100,000.000000
F	100,000.000001	1,000,000.000000
G	GREATER THAN	1,000,000.000000

MINIMUM = .200000E-03 MAXIMUM = .636680E+07

MFSX/370 VM2

MPSCL EXECUTION

PRIMAL OBJ = V

RHS = B

TIME = 0.10 MINS.

PRICING = 5

SCALE = 1.00000-

NUMBER OF NEGATIVE CJ'S = 15

M	ITER NUMBER	VECTOR OUT	VECTOR IN	REDUCED COST	NUMBER NONDPT	CYCLING = FUNCTION VALUE	NUMEER INFEAS	SUM INFEAS
	1	58	73	1.48000-	15		0	
	2	59	74	1.05469-			0	
	3	59	74	1.05469-			0	
	4	57	68	1.87812-			0	
	5	54	70	1.86125-			0	
	6	54	70	1.72562-	10		0	
	7	52	75	1.71562-			0	
	8	52	75	1.61000-			0	
	9	52	75	1.55187-			0	
	10	50	65	1.50000-			0	
	11	56	71	1.45000-	10		0	
	12	26	95	1.88125-			0	
	13	35	89	1.27000-			0	
	14	38	89	1.22695-			0	
	15	34	89	1.60750-	10		0	
	16	37	89	1.55125-			0	
	17	30	79	1.55827-			0	
	18	31	80	1.32911-	10		0	
	19	50	109	1.79383-			0	
	20	46	110	1.24935-			0	
	21	55	105	1.45597-	10		0	
	22	54	101	1.47608-			0	
	23	51	106	1.246608-			0	
	24	51	106	1.246608-			0	
	25	51	106	1.246608-			0	
	26	122	103	1.82911-	8		0	
	27	177	104	1.91549-	10	4932969.132	0	
	28	177	104	1.91549-		9743064.480	0	
	29	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	30	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	31	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	32	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	33	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	34	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	35	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	36	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	37	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	38	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	39	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	40	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	41	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	42	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	43	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	44	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	45	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	46	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	47	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	48	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	49	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	50	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	51	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	52	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	53	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	54	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	55	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	56	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	57	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	58	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	59	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	60	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	61	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	62	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	63	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	64	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	65	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	66	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	67	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	68	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	69	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	70	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	71	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	72	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	73	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	74	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	75	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	76	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	77	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	78	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	79	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	80	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	81	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	82	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	83	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	84	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	85	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	86	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	87	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	88	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	89	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	90	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	91	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	92	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	93	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	94	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	95	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	96	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	97	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	98	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	99	149	50	1.53341-		10113104.01	0	
	100	149	50	1.53341-		10113104.01	0	

MPSX/370 VM2

MPSCL EXECUTION

ITER NUMBER	VECTOR OUT	VECTOR IN	REDUCED COST	NUMBER NONOPT	FUNCTION VALUE	NUMBER INFEAS	SUM INFEAS
47	48	83	2.90415-	1	15888733.29	0	.
48	23	84	13.1936-	1	16261428.33	0	.

OPTIMAL SOLUTION

XGCOPT DEMAND SET

WPSX/370 VIM2 MPSCLE EXECUTION

SOLUTION (OPTIMAL)

TIME = 0.13 MINS. ITERATION NUMBER = 48

...NAME...
FUNCTIONAL
RESTRAINTS

...ACTIVITY...
16261428.3326

DEFINED AS
V
B

MPSCL EXECUTION

MPSX/370 VIM2
SECTION 1 - ROWS

NUMBER	...ROW...	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..LOWER LIMIT..	..UPPER LIMIT..	DUAL ACTIVITY
1	V	PS	16261428.3326	16261428.3326-	NONE	NCNE	1.00000
3	R01	PS	135247.80865	2063752.19055	NONE	2368989.68388	:34207-
4	R03	UL	855997.00000	290212.20525	NCNE	855997.00000	:20423-
5	R04	PS	108072.79475	504742.17617	NCNE	338325.00000	.
6	R05	PS	132081.82383	274559.30082	NCNE	649824.00000	.
7	R06	PS	132094.69918	276846.60436	NCNE	277054.00000	.
8	R07	PS	167.39164	277054.00000	NCNE	277054.00000	.
9	R08	PS	10762.58488	266291.41512	NCNE	277054.00000	.
10	R09	PS	2152.51698	274901.48302	NCNE	277054.00000	.
11	R10	PS	7677.81814	269376.18186	NCNE	277054.00000	.
12	R11	PS	1536.29274	275517.70726	NCNE	277054.00000	.
13	R12	PS	21507.33120	354840.66880	NCNE	376348.00000	.
14	R13	PS	421594.00000	376348.00000	NCNE	376348.00000	.
15	R14	UL	22538.00000	.	NCNE	421594.00000	11.68967-
16	R15	UL	.	61453.00000	NCNE	62538.00000	15.11752-
17	R16	PS	353144.00000	.	NCNE	81434.00000	3.56072-
18	R17	UL	471653.00000	.	NCNE	1978149.00000	1.56360-
19	R18	UL	1538149.00000	.	NCNE	1978149.00000	1.73273-
20	R19	UL	219897.00000	.	NCNE	197897.00000	22.10169-
21	R20	UL	902220.00000	5179097.86667	NCNE	902220.00000	22.41290-
22	R21	PS	1117702.13333	.	NCNE	6366800.00000	1.86000-
23	R22	UL	.	.	NCNE	.	6.51182-
24	R23	UL	.	.	NCNE	.	2.63000-
25	R24	UL	.	.	NCNE	.	4.08323-
26	R25	UL	.	.	NCNE	.	1.33000-
27	R26	UL	.	.	NCNE	.	31.05275-
28	R27	UL	.	.	NCNE	.	16.05000-
29	R28	UL	.	.	NCNE	.	98.69810-
30	R29	UL	.	.	NCNE	.	11.08000-
31	R30	UL	.	.	NCNE	.	67.59388-
32	R31	UL	.	.	NCNE	.	27.14128-
33	R32	UL	.	.	NCNE	.	32.63505-
34	R33	UL	.	.	NCNE	.	52.80636-
35	R34	UL	.	.	NCNE	.	14.94817-
36	R35	UL	.	.	NCNE	.	26.46012-
37	R36	UL	.	.	NCNE	.	1.86000-
38	R37	UL	.	.	NCNE	.	.
39	R38	UL	.	.	NCNE	.	.
40	R39	UL	.	.	NCNE	.	.
41	R40	PS	149241.35072	149241.35072-	NCNE	NCNE	7.68000-
42	R41	PS	337678.82716	337678.82716-	NCNE	NCNE	7.68000-
43	R42	UL	.	.	NCNE	.	58.56388-
44	R43	UL	.	.	NCNE	.	24.57128-
45	R44	UL	.	.	NCNE	.	21.23505-
46	R45	UL	.	.	NCNE	.	50.67636-
47	R46	UL	.	.	NCNE	.	.
48	R47	UL	.	.	NCNE	.	.
49	R48	UL	.	.	NCNE	.	.

MPSX/370 VIM2 NUMBER	FOW..	AT	MPSC EXECUTION ...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	.DUAL ACTIVITY
50	R53	UF	..	..	NONE	..	13.38817-
51	R54	UL	..	..	NONE	..	23.83896-
52	R55	UL	..	..	NONE	..	14.95000-
53	R56	UL	..	..	NONE	..	22.95000-
54	R57	UL	..	..	NONE	..	11.61000-
55	R58	UL	..	..	NONE	..	17.20000-
56	R59	UL	..	..	NONE	..	13.78000-
57	R60	UL	..	..	NONE	..	15.92000-
58	R61	UL	..	..	NONE	..	33.75000-
59	R62	UL	..	..	NONE	..	2.44000-
60	R63	UL	..	..	NONE	..	

MPSCL EXECUTION

MPSX/370 VIM2
SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	COLUMNS	AT	ACTIVITY...	INPUT COST...	LOWER LIMIT.	UPPER LIMIT.	REDUCED COST.
61	CPE01	BS	149241.35072	7.58000			
63	CPE03	BS	327678.82716	3.63000			3.88182-
65	CPE05	BS		1.33000			15.75323-
67	CPE07	BS		16.00000			87.61810-
69	CPE09	BS		11.08000			
71	CPE11	BS	505221.51838	14.05000			
73	CPE13	BS	187749.77514	22.90000			
75	CPE15	BS		11.61000			
77	CPE17	BS	3017755.10553	17.20000			
79	CPE19	BS	159137.59394	13.92000			
81	CPE21	BS	2322378.85576	33.75000			
83	CPE23	BS	1165557.33106	2.44000			
85	CPE25	BS	4413789.35072	2.84000			
87	CPE27	BS	337678.82716	1.54000			
89	CPE29	BS	149241.35072	1.86000			
91	CPE31	BS	213438.43261	1.72000			
93	CPE33	BS	422557.67204	12.41000			
95	CPE35	BS	11137.29629	2.52000			16.87610-
97	CPE37	BS	8827.57946	2.34000			
99	CPE39	BS	1785.51589	1.92000			
101	CPE41	BS	6297.42302	1.67000			
103	CPE43	BS	23376.92233	2.66000			
105	CPE45	BS	22775.74566	2.98000			10.59516-
107	CPE47	BS	505221.51838	1.78000			
109	CPE49	BS	187749.77514	1.26000			
111	CPE51	BS		1.89000			
113	CPE53	BS	3017755.10553	3.00000			
115	CPE55	BS	159137.59394	4.29000			
117	CPE57	BS	2322378.85576	3.65000			
119	CPE59	BS	1165557.33106	2.21000			
121	CPE61	BS	4413789.35072				
123	CPE63	BS		05709-			85988-
125	CPE65	BS	1224173.61756	1.86000			
127	CPE67	BS	113438.43261	2.33000			
129	CPE69	BS	4622957.69316	16.00000			
131	CPE71	BS	11718.29629	1.23000			
133	CPE73	BS		1.57000			
135	CPE75	BS	137.29629	2.50000			
137	CPE77	BS	8827.57946	1.50000			
139	CPE79	BS	1785.51589	2.13000			
141	CPE81	BS	6297.42302	2.56000			

MPSX/370 VIM2		MPSQL EXECUTION					
NUMBER	COLUMNS	AT	..ACTIVITY...	..INPUT COST..	..LOWER LIMIT..	..UPPER LIMIT..	..REDUCED COST..
110	MP11	BS	22715.74566	2.74000-	.	NONE	.
111	MP12	RS	7062.06357	.48000-	.	NONE	.