

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

***ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-  
PRODUCTO CON ÉNFASIS EN LA RAMA DE  
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PARA LA REGIÓN  
TIERRA CALIENTE DEL ESTADO DE  
MICHOACÁN 2003***

**Por:**

**GREGORIO CASTRO ROSALES**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y  
AGRONEGOCIOS**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, MARZO DE 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

***ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-  
PRODUCTO CON ÉNFASIS EN LA RAMA DE  
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PARA LA REGIÓN  
TIERRA CALIENTE DEL ESTADO DE  
MICHOACÁN 2003***

Por:

**GREGORIO CASTRO ROSALES**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y  
AGRONEGOCIOS**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO DE 2008**

**UNIVERSIDAD UTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO CON  
ENFÁSIS EN LA RAMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PARA LA  
REGIÓN TIERRA CALIENTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN 2003.**

**POR:**

**GREGORIO CASTRO ROSALES**

**TESIS**

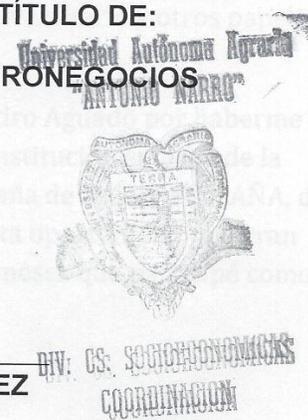
**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. COMITÉ DE TESIS COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS**

**APROBADA**

**ASESOR PRINCIPAL**

**M. C. RUBÉN H. LIVAS HERNÁNDEZ**



**COASESOR**

**M.C. JOSÉ GUADALUPE NARRO REYES**

**COASESOR**

**LIC. OSCAR J. MARTÍNEZ RAMÍREZ**

**EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**



**M. C. TOMÁS E. ALVARADO MARTÍNEZ**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, MARZO DEL 2008.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer el apoyo brindado por el M. C. Oscar Martínez Ramírez, quien ha sido un gran amigo y ha apoyado todo mi proceso de investigación para obtener el título.

Agradezco también el apoyo incondicional del M. C. Rubén Livas Hernández, quien me ayudó mucho en el asesoramiento de la presente tesis, además de haber sido uno de los maestros de los que más aprendí sobre economía.

Al M. C. José Guadalupe Narro Reyes le agradezco su aporte al presente trabajo ya que fue un asesor muy exigente dada su experiencia en el tema tratado en esta tesis.

Al resto de maestros del departamento de economía agrícola también les agradezco la formación profesional que me dieron durante mi paso por la UAAAN.

Agradezco a mis compañeros de la carrera por haberme brindado la oportunidad de convivir con ellos, compartir la experiencia de la formación profesional y por haberme dado la oportunidad de ser su representante en el consejo universitario y otros papeles de representación.

Agradezco finalmente, a mi tío Juan Castro y al Contador Pedro Aguado por haberme dado la oportunidad de prestar mi servicio social en una institución externa de la universidad como lo es la asociación civil de productores de caña de azúcar FINCAÑA, de pedernales, municipio de Tacámbaro, Michoacán. Siendo esta oportunidad una gran experiencia laboral por el papel que desempeñé durante los meses que participé como prestador de servicio social.

## DEDICATORIAS

A mis padres Juana Rosales Calderón y Leoncio Castro Rodríguez les dedico no solo este trabajo, les dedico también, todo mi esfuerzo que día a día hice en las aulas para aprovechar al máximo el apoyo más incondicional, puro y desinteresado como lo ha sido el de ellos. Es para ellos la dedicatoria más grande.

A mi novia Guillermina Herrera también le dedico este trabajo ya que gracias a la relación que hemos mantenido a lo largo de más de cuatro años encontré la motivación más grande para rendir al máximo en toda mi carrera profesional. Nunca representó una distracción a mi carrera, fue todo lo contrario, como una especie de estímulo para echarle ganas siempre.

A mis pequeñas hermanas Lucero y Laura Castro, quienes tuvieron que trabajar allá en mi casa ante mi ausencia para apoyar a mis papás en la consecución del sustento de mi estancia en la UAAAN. Les agradezco infinitamente, esperando poder recompensarles ese esfuerzo en el futuro.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I</b> .....	14
<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	14
<b>1.1. Definición del Modelo de Insumo-Producto</b> .....	14
1.1.1. La estructura formal de las cuentas.....	16
1.1.2. Modelos fundamentales .....	18
1.1.3. Métodos de solución.....	22
1.1.4. Supuestos del análisis .....	25
<b>1.2. Aportaciones a la Elaboración de Cuadros de Insumo-Producto</b> .....	26
1.2.1. Las matrices elaboradas en el mundo .....	27
1.2.2. Las matrices elaboradas en México.....	28
1.2.3. La matriz de Insumo-Producto agropecuaria de 1980.....	29
<b>1.3. Aportaciones a los Estudios Regionales de Insumo Producto.</b> .....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	36
<b>DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO</b> .....	36
<b>2.1. Aspectos Geográficos</b> .....	36
<b>2.2. Uso del Suelo</b> .....	38
<b>2.3. Población</b> .....	40
<b>2.4. Economía de la región</b> .....	40
<b>CAPÍTULO III</b> .....	43
<b>METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO REGIONAL</b> .....	43
<b>3.1. Métodos de Estimación de Cuadros de Insumo-Producto</b> .....	43
<b>3.2. Metodología Utilizada</b> .....	44
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	55
<b>PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	55

<b>4.1. Matriz de Transacciones Domésticas de la Región Tierra Caliente del Estado de Michoacán 2003.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2. Matriz de Coeficientes Técnicos.....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Estructura de la Matriz de Insumo-Producto</b>	<b>12</b>
<b>Mapa de ubicación de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán</b>	<b>31</b>
<b>Matriz de transacciones domésticas de la región Tierra Caliente del estado de Michoacán 2003. A precios de productor. Pesos corrientes.</b>	<b>50</b>
<b>Matriz de Coeficientes Técnicos de la MIP de transacciones domésticas de la región Tierra Caliente de Michoacán.</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Mapa de ubicación de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán	33
--	----

## INTRODUCCIÓN

La matriz de Insumo-Producto tiene sus orígenes en los trabajos realizados por el economista francés Francois Quesnay, Karl Marx, Leon Walras y Wassily Leontief, siendo éste último quien realizara por primera vez una matriz de Insumo-Producto para la economía de los Estados Unidos correspondiente a los años de 1919 y 1929. La utilidad principal de esta matriz fue la planificación de la economía estadounidense ya que los encargados del diseño de políticas públicas de los Estados Unidos necesitaban saber cuál era el impacto directo e indirecto de un cambio en la estructura económica de un sector en sí, con respecto a los demás sectores de actividad económica. Fue entonces que se dio el boom de la construcción de esta útil herramienta llamada matriz de Insumo-Producto en el resto del mundo, siendo la Unión Soviética una de las naciones que mayor importancia le dio al uso de esta matriz como herramienta de planeación económica, dado su régimen socialista que imperaba en esa época. Posteriormente la construcción de estos cuadros perdió relativa importancia para los gobiernos de las naciones, debido a los nuevos preceptos neoliberales que no conciben una economía planeada por el gobierno, es decir no aceptan una economía centralizada, ya que sólo debe ser regida por las leyes del mercado. Esto trajo como consecuencia que se abandonara el desarrollo de la estimación de cuadros de Insumo-Producto en todos los países, aunado a que para que haya un cambio significativo en la estructura de la dinámica económica que justifique una nueva estimación de la matriz, tiene que pasar un periodo indefinido de tiempo en el que se gesten diversos sucesos económicos, por lo que sólo se vuelve necesario y recomendable hacer las actualizaciones de ajuste pertinentes al nuevo ciclo económico de la nueva temporalidad.

Por otra parte, a partir de las matrices nacionales se comenzó a gestar una serie de metodologías para estimar cuadros de Insumo-Producto a nivel regional, con el objetivo principal de comparar la dinámica del sistema económico nacional con la dinámica estructural de las regiones que conforman a la república. La elaboración de las matrices regionales ha tomado gran importancia para el diseño de los planes de desarrollo regional, sólo que por lo laborioso y costoso que resulta su construcción con base métodos directos de estimación (dichos métodos serán descritos más adelante) no se han estimado para gran parte de las regiones, por lo que ha cobrado interés la metodología indirecta para estimar las matrices regionales y poder con ello descifrar las interrelaciones económicas de todos los sectores económicos de una región tanto internamente como con el resto de las regiones, el país y el extranjero.

Dada la importancia que tienen las matrices de Insumo-Producto para la planeación económica de una región, esta investigación tiene como objetivo estimar una matriz de Insumo-Producto regional a través del diseño de una metodología adecuada que permita combinar métodos de estimación directa con métodos indirectos o matemáticos de estimación. Dichos atributos de la metodología deben cumplirse debido a que, además de la matriz regional se busca realizar una desagregación de la rama de producción agrícola a nivel de clase de actividad, esto es, por cultivo, situación que no se presenta en la matriz de Insumo-Producto nacional, o en todo caso, los cultivos considerados a nivel nacional no coinciden con la especialización productiva de la región que se pretende estudiar.

La investigación parte de la hipótesis de que con base a una matriz de Insumo-Producto nacional se puede estimar una matriz de Insumo-Producto para cualquier región, a través de métodos matemáticos de estimación complementados con información de encuesta.

La matriz estimada en esta investigación es para la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán, región seleccionada de manera aleatoria de las diez que conforman al estado de Michoacán, y con su elaboración se

pretende entender el funcionamiento de una estructura económica más pequeña que la de la economía nacional y la economía estatal, ya que se supone que al entender el funcionamiento de una estructura económica pequeña es más factible, primero, estimar con mayor precisión la dinámica estructural de la economía y segundo, permite que a niveles de gobierno más pequeños se gesten una política de planeación para el desarrollo de la economía local aplicando modelos de desarrollo más eficaces, ya que son elaborados más a la medida y circunstancia de la dinámica económica propias de un espacio económico pequeño. Es por eso que en este trabajo se toma una región, que bien pudiera ser cualquiera, ya que no se busca medir la similitud del sistema económico regional con el nacional, cosa que sí sucedería en el caso de estimar una matriz a nivel estatal, aquí más bien el objetivo es determinar la factibilidad de realizar un cuadro de Insumo-Producto a nivel regional a partir de los principios metodológicos que rigen la elaboración de dichos cuadros a nivel estatal o nacional.

En este documento se describe la metodología de cómo se estimó la matriz de Insumo-Producto para la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán, para ello la estructura es presentar en el primer capítulo todo lo referente al marco teórico y conceptual que ha dado origen al modelo de Insumo-producto, los cuadros que se han elaborado en el mundo y los estudios regionales que se han desarrollado para crear las metodologías que han servido para estimar matrices regionales.

En el segundo capítulo se hace una descripción general de la región de estudio, mostrando todos los datos de ubicación, características ambientales, usos del suelo, pero haciendo especial énfasis en la economía que se desarrolla en la región ya que esa información es la que será tratada en el cálculo de matriz regional.

En el tercer capítulo se describe de manera detallada cada uno de los pasos que se siguieron para obtener la matriz de Insumo-Producto de la región, señalando la aplicación de metodologías ya diseñadas con anterioridad y las

ajustes particulares que se tuvieron que hacer para poder calcular la matriz de esta región.

Finalmente en el capítulo cuatro se presentan los resultados, que en este caso es la matriz de transacciones domésticas de la región del año 2003, junto con uno de sus cuadros adjuntos que es la matriz de coeficientes técnicos. Cabe mencionar que la elección de la temporalidad fue con base al último censo económico publicado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), ya que son los datos más recientes sobre todos los sectores de la economía regional a excepción del sector agropecuario y forestal, por lo que la información de este sector se tuvo que buscar correspondiente a ese año del censo.

Es así como queda concluido un trabajo de investigación arduo y muy intensivo en tiempo, que busca satisfacer el objetivo de construir una herramienta de análisis económico regional que sirva, a su vez, para el diseño de políticas de desarrollo económico.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

En este capítulo se describe el proceso histórico que ha llevado a la construcción de la plataforma teórica de la matriz de Insumo-Producto y la cronología de los cuadros construidos a nivel mundial como para el caso de México y algunas experiencias de cuadros regionales que han usado diversas metodologías indirectas de estimación.

#### **1.1. Definición del Modelo de Insumo-Producto**

La Matriz de Insumo-Producto es un cuadro de doble entrada que agrupa las actividades productivas en sectores, con el objetivo de registrar de manera ordenada las transacciones económicas que llevan a cabo dichos sectores productivos orientadas a la satisfacción de bienes para la demanda final, así como de bienes intermedios que se compran y venden entre sí. Esto permite conocer la interrelación entre los diversos sectores productivos y los impactos directos e indirectos que tiene sobre estos un incremento en la demanda final. En resumen, la Matriz de Insumo-Producto, permite cuantificar el incremento de la producción de todos los sectores, derivado del aumento de uno de ellos en particular.

La construcción de una matriz de Insumo-Producto consta de un procedimiento que es la elaboración de la matriz de Transacciones, que incluye todos los bienes y servicios producidos en una economía y que se agrupan en cierto número de sectores productivos, en donde, en el sistema contable, cada sector aparece dos veces: como creador de una producción y como usuario de

insumos. Los elementos de cada fila del cuadro muestran la forma cómo se distribuye la producción de cada sector durante el periodo contable dado (Chenery y Clark, 1963).

El sistema contable de la matriz de Insumo-Producto divide al consumo en dos categorías: consumo intermedio y consumo final. Y la consecuente división de los insumos en “primarios” y “producidos”. Esta división conduce a la formación de cuatro tipos de transacciones, las cuales se pueden identificar dentro de la matriz como cuadrantes, donde:

- ❖ El cuadrante *I* contiene el consumo final de mercancías y servicios producidos, subdivididos en tipos principales de consumo;
- ❖ El cuadrante *II* comprende la parte esencial de las cuentas interindustriales. Cada asiento  $X_{ij}$ , indica la cantidad de mercancía  $i$  consumida por el sector  $j$ , determinada a precios constantes o corrientes. El consumo intermedio total de cualquier mercancía se encuentra identificado como  $W_i$ , y el total de compras hechas a otros sectores por una industria dada, como  $U_j$ ;
- ❖ El cuadrante *III* contiene el empleo de insumos que son “primarios”, en el sentido de que no son producidos dentro del sistema. En un modelo estático el empleo del acervo existente de capital es un insumo primario, como lo es el consumo de los factores primarios habituales, tierra y trabajo. (Cuando la producción se valoriza a los precios corrientes del mercado, para equilibrar las cuentas los impuestos indirectos deben tratarse también como insumos primarios). El pago total de insumos primarios por cada sector corresponde, por lo tanto, aproximadamente al valor agregado en la producción, representando la diferencia que hay entre el valor de la producción y el costo de los insumos producidos fuera de un establecimiento dado;
- ❖ El cuadrante *IV* contiene el insumo directo de factores primarios en el consumo final, cuyos principales ejemplos son los de los empleos del gobierno y los servicios nacionales. Estas transacciones no se incluyen en la mayoría de

los modelos interindustriales, pero deben registrarse para poder hacer compatibles a los totales con los totales nacionales (Chenery y Clark, 1963).

### 1.1.1. La estructura formal de las cuentas

La estructura formal de las cuentas de Insumo-Producto puede expresarse mejor por medio de símbolos. Los elementos esenciales se definen de la manera siguiente (Chenery y Clark, 1963):

$Z_i$  = oferta total de la mercancía  $i$

$X_i$  = Producción total de la mercancía

$M_i$  = importaciones de la mercancía  $i$

$X_{ij}$  = cantidad de la mercancía  $i$  consumida en el sector

$Y_j$  = demanda final de la mercancía  $i$

$W_i$  = consumo intermedio total de la mercancía  $i$  ( $\sum_j X_{ij}$ )

$U_j$  = consumo total por el sector  $j$  de los insumos comprados de otras industrias ( $\sum_i X_{ij}$ )

$V_j$  = Consumo total de insumos primarios (valor agregado) en el sector  $j$

Estos conceptos conducen a dos ecuaciones de equilibrio. La primera se aplica a las hileras (ver cuadro 1) expresa que para cada mercancía la oferta total es igual a la demanda total, la que está compuesta de la demanda intermedia más la demanda final:

$$Z_i = M_i + X_i = \sum_j X_{ij} + Y_i \quad (i = 1 \dots n) \quad (2.1)$$

La segunda ecuación se aplica a las columnas del cuadro 2-2. Expresa que la producción total en cada sector es igual al valor de los insumos comprados de otros sectores más el valor agregado en ese sector:

$$X_j = \sum_i X_{ij} + V_j = U_j + V_j \quad (j = 1 \dots n) \quad (2.2)$$

Estas dos ecuaciones pueden aceptarse como definiciones de demanda final ( $Y_i$ ) y del valor de insumos primarios ( $V_j$ ), respectivamente. La demanda

final (o consumo final) es la diferencia entre la oferta total y de una mercancía disponible y la cantidad consumida en la producción y, por ende, incluye los cambios en las existencias. El valor de los insumos primarios (valor agregado se define como la diferencia que hay entre el valor de la producción en un sector y los pagos por los insumos comprados de otros sectores productivos). Estas definiciones corresponden muy de cerca a los conceptos de producción final y de valor agregado que se emplean en el análisis del ingreso nacional (Chenery y Clark, 1963).

**Cuadro 1. Estructura de la Matriz de Insumo-Producto**

Sectores vendedores		Sectores de compra									
		Consumo intermedio			Consumo final				Oferta		
		Sector 1...j...n									
<b>Sector de producción</b>	1	$X_{11} \dots X_{1j} \dots X_{1n}$	$W_1$	$I_1$	$C_1$	$G_1$	$E_1$	$Y_1$	$Z_1$	$M_1$	$X_1$
	2	.									
	.	· Cuadrante II									
	.	.									
	l	$X_{l1} \dots X_{lj} \dots X_{ln}$	$W_l$	$I_l$	$C_l$	$G_l$	$E_l$	$Y_l$	$Z_l$	$M_l$	$X_l$
.	.										
.	.										
.	.										
n	$X_{n1} \dots X_{nj} \dots X_{nn}$	$W_n$	$I_n$	$C_n$	$G_n$	$E_n$	$Y_n$	$Z_n$	$M_n$	$X_n$	
<b>Insumos totales</b>	<b>Producidos</b>	$U_1 \quad U_j \quad U_n$									
<b>Insumos (valor agregado)</b>	<b>Primarios</b>	$V_1 \quad V_j \quad V_n$ Cuadrante III		$V_I$	$V_C$	$V_G$	$V_E$		$V$	$V$	
<b>Producción Total</b>		$X_1 \quad X_j \quad X_n$		$I$	$C$	$G$	$E$	$Y$	$Z$	$M$	$X$

Fuente: Economía Interindustrial: Insumo-Producto. Chenery et. al.

Partiendo de estas definiciones es fácil demostrar la relación que existe entre las cuentas de Insumo-Producto y los totales del ingreso nacional. Sumando las ecuaciones de equilibrio para cada hilera, y tratando a las importaciones como una deducción de la demanda final, nos da (Chenery y Clark, 1963):

$$\sum_i X_i = \sum_i \sum_j X_{ij} + \sum_i Y_i - \sum_i M_i$$

Sumando, de manera similar, a través de todas las columnas da:

$$\sum_j X_j = \sum_j \sum_i X_{ij} + \sum_j V_j$$

Puesto que  $\sum_j X_j = \sum_i X_i$ , estas ecuaciones son iguales entre sí.

Combinándolas y eliminando de ambas partes el total de todas las transacciones interindustriales, nos proporcionan la identidad de las cuentas básicas nacionales:

$$\sum_i Y_i - \sum_i M_i = \sum_j V_j \quad (2.3)$$

Es importante observar que no existe necesaria relación entre los totales de las columnas individuales de la demanda final y del consumo total de cualquier insumo primario aislado. Desde el punto de vista contable la diferencia importante entre los dos tipos de sectores es que los sectores productivos deben tener presupuestos equilibrados (insumo total igual a producto total), pero los valores de los insumos primarios y de los consumos finales únicamente deben equilibrarse en el total global (Chenery y Clark, 1963).

### 1.1.2. Modelos fundamentales

El objetivo principal del modelo de Insumo-Producto es explicar las magnitudes de las corrientes interindustriales en función de los niveles de producción en cada sector. Varios supuestos son necesarios a fin de que tal procedimiento adquiera amplia significación teórica. Debe ser posible formar los sectores productivos de tal manera que para cada uno de ellos pueda suponerse sólo

una función de producción. Se hace este supuesto en todos los modelos de equilibrio general así como en el análisis de equilibrio parcial de Marshall. En las aplicaciones empíricas implica que a todas las actividades productivas se les identifique como pertenecientes a un sector específico (Chenery y Clark, 1963).

El modelo de Insumo-Producto de Leontief hace también varios supuestos especiales que no se encuentran necesariamente en otros modelos interindustriales. Los más importantes de éstos son:

- i) Que un producto dado es suministrado únicamente por un sector;
- ii) Que no existen coproductos; y
- iii) Que la cantidad de cada uno de los insumos utilizados en la producción por un sector, está totalmente determinada por el nivel de producción de dicho sector (Chenery y Clark, 1963).

Estos supuestos hacen posible realizar importantes simplificaciones en las ecuaciones walrasianas del equilibrio general. Todas las actividades productivas que tienen un producto determinado, tal como el acero, por ejemplo, se consolidan en un solo sector productor de acero. Por consiguiente, es posible referirse al acero como industria y al acero como mercancía. En tanto que el modelo walrasiano trata de las relaciones que existen entre las unidades productivas individuales (plantas), el modelo de Leontief se ocupa únicamente de las relaciones entre los grupos de unidades productivas o industrias (Chenery y Clark, 1963).

Estos supuestos del modelo de Insumo-Producto hacen posible formular una ecuación para la demanda ( $X_{ij}$ ) de cada industria ( $j$ ) de cada mercancía ( $i$ ), como una función de su propio nivel de producción ( $X_j$ ). Por razones de conveniencia estadística se supone que estas funciones de insumo son lineales en el curso de una serie dada de producciones, y por tanto, que tienen la forma siguiente (Chenery y Clark, 1963):

$$X_{ij} = \bar{X}_{ij} + a_{ij}X_j \quad (2.4)$$

Al parámetro  $c_{ij}$  se le da el nombre de *coeficiente marginal de insumo*.

La constante  $F_{ij}$  incluye a cualesquiera elementos de costo fijo que no varíen con el nivel de producción. Cuando esta es igual a cero, la función de insumo resulta (Chenery y Clark, 1963):

$$X_i = c_{ij} X_j + F_{ij} \quad (2.4a)$$

El modelo general de Leontief es el resultado de la combinación de las relaciones contables, dadas en la ecuación (2.1), de cada mercancía con las funciones de insumo de la ecuación (2.4a). En

la forma más simplificada del modelo, las importaciones son determinadas

fuera del sistema. Sustituyendo el valor de  $X_i$  de la ecuación (2.4a) en la

ecuación (2.1) y cambiando el orden de los términos, nos da una ecuación de

equilibrio para cada mercancía o

sector (Chenery y Clark, 1963):

$$X_i - \sum_j a_{ij} X_j = Y_i - M_i \quad (i = 1 \dots n) \quad (2.5)$$

En este sistema de  $n$  ecuaciones, hay  $n$  niveles incógnitos de producción ( $X_i$ ),  $n^2$  parámetros ( $c_{ij}$ ) que describen las funciones de insumo, y dos series de  $n$  variables autónomas ( $Y_i$  y  $M_i$ ), cuyos valores están especificados en un problema dado. (Pueden transcribirse ecuaciones similares para cada insumo primario, pero no tienen ningún efecto en la solución) (Chenery y Clark, 1963).

Cuando el intercambio comercial es importante, con frecuencia conviene hacer de las importaciones, variables dependientes. Como primera aproximación, puede suponerse que el nivel de importaciones ( $M_i$ ) es una función de la oferta total de esa mercancía ( $Z_i$ ) y, por tanto, que esté relacionada con el nivel de producción nacional ( $X_i$ ). Suponiendo una función lineal en el curso de cierta serie, da (Chenery y Clark, 1963):

$$M_i = \bar{M}_i + m_i X_i \quad (2.6)$$

En esta fórmula, al parámetro  $m_i$  se le llama *coeficiente de importación*, el cual está íntimamente relacionado con la propensión marginal a importar una mercancía dada. Sustituyendo esta función de importación en la ecuación (2.5) y reuniendo los términos, da el siguiente conjunto de relaciones (Chenery y Clark, 1963):

$$(1 + m_i)X_i - \sum_j a_{ij}X_j = \bar{Y}_i \quad (2.7)$$

Donde:

$$\bar{Y}_i = Y_i + \sum_j \bar{X}_{ij} - \bar{M}_i$$

La variable  $\bar{Y}_i$  es la demanda total autónoma, que es igual a la demanda final ( $Y_i$ ) cuando los otros dos términos son cero.

Las ecuaciones (2.7) constituyen las ecuaciones fundamentales del sistema de Insumo-Producto en el caso general. Se encuentran basadas en una división de las variables, entre las que varían con el nivel de producción en cada sector ( $X_{ij}$  y  $M_i$ ), y las que no varían. Aquéllas son eliminadas por medio de las funciones de insumo y de las funciones de importación. Esta formulación se conceptúa comúnmente como una simple manera de determinar los niveles de producción en cada sector, correspondientes a cualquier conjunto dado de demandas autónomas. No obstante, en un sentido más general las ecuaciones (2.7) constituyen una función simplificada de producción para la economía total. Cuando sumamos las ecuaciones para la utilización del capital y el trabajo, que se han omitido hasta ahora, este modelo de insumo puede transformar cualquier lista de productos finales en requisitos para el capital y el trabajo o, como alternativa, puede emplearse para especificar las producciones realizables con determinadas cantidades de factores primarios (Chenery y Clark, 1963).

Aunque los problemas más usuales a los que se aplica el sistema de Insumo-Producto implican la especificación de las  $\bar{Y}_i$  y la determinación de las  $X$ , es asimismo factible suponer un conjunto compatible de  $n$  valores para

algunas  $X$  y para algunas  $\bar{Y}_r$ , y para determinar las restantes  $n$ . En todos los casos es necesario resolver un sistema de  $n$  ecuaciones simultáneas en  $n$  incógnitas. La solución a este problema puede escribirse en la forma (Chenery y Clark, 1963):

$$X_i = r_{i1}Y_1 + r_{i2}Y_2 + \dots + r_{in}Y_n \quad (i = 1 \dots n) \quad (2.8)$$

Estas ecuaciones representan una transformación de las ecuaciones originales (2.7), en las que un nuevo grupo de constantes ( $r_{ij}$ ) se derivan de los parámetros originales ( $c_{ij}$  y  $m_i$ ). Esta forma se conoce como solución general.

También es posible resolver para valores particulares de  $X$  y de  $\bar{Y}_r$ , sin encontrar la solución general (Chenery y Clark, 1963).

Leontief interpreta a los parámetros  $c_{ij}$  como coeficientes fijos de producción que se determinan tecnológicamente. Este razonamiento representa el argumento más decisivo para la adopción del modelo en esta forma sencilla, pero no constituye la única base para suponer cierta relación entre insumos comprados por un sector y su nivel de producción. Cualquier relación estable entre insumo y producto, como consecuencia de factores institucionales, tales como las tasas de impuestos, o por factores de conducta, como en el caso de una estructura constante de demanda, pueden, de igual modo, ser incorporadas dentro de este tipo de modelo (Chenery y Clark, 1963).

### 1.1.3. Métodos de solución

Los métodos de aproximaciones sucesivas o de iteración son, en realidad, bastante eficientes para la solución de modelos de Insumo-Producto de dimensiones moderadas. Los economistas ya se hayan familiarizados con dichos métodos en la investigación de los efectos de la inversión autónoma en un procedimiento de multiplicador keynesiano. Además de proporcionar una solución al nivel del ingreso alcanzado finalmente en un estado de equilibrio, la cadena del multiplicador proporciona cierto discernimiento de la manera como los incrementos en el ingreso se transmiten a través de la economía. El modelo

más sencillo para la determinación del ingreso puede conceptuarse como un modelo de Insumo-Producto de un solo sector, en la forma siguiente (Chenery y Clark, 1963):

$$X_t = cX_{t-1} + I_t \quad (2.9)$$

La inversión  $I$  es la parte autónoma del sistema, correspondiendo a la demanda final, y la propensión marginal a consumir  $c$  es análoga a un coeficiente de insumo. En los dos sistemas es necesario producir un exceso de las demandas exteriores del sistema para satisfacer los requisitos inducidos — los que se relacionan con el nivel de producción— que, en este caso, consisten en el consumo. La ecuación (2.9) se ha transcrito como una ecuación de diferencia, haciendo depender al consumo de la producción total o del ingreso del periodo anterior ( $X_{t-1}$ ), y la solución iterativa puede considerarse como una secuencia en el tiempo (Chenery y Clark, 1963).

Una solución a esta ecuación está representada por un valor de  $X$  que se mantendrá por si mismo:  $X_t = X_{t-1} = X$ . Podemos encontrar ese valor para un valor particular de  $I$ , siendo conocida  $c$ , o para todos los valores posibles. Una forma común de encontrar una solución particular, es la de investigar los incrementos sucesivos en el ingreso que resultan de una sola inversión, hasta que estos se reduzcan gradualmente a cero. Si la propensión marginal a consumir es de 0.5 e  $I = 100$ , esta serie es (Chenery y Clark, 1963):

$$X_1 = 100$$

$$X_2 = 0.5(100) = 50$$

$$X_3 = 0.5(50) = 25$$

$$X_n = 0.5X_{n-1} = (0.5)^{n-1}100$$

$$\sum_{t=1}^{t=\infty} X_t = 100 + 50 + 25 + \dots = 200 \quad (2.10)$$

Además de representar los efectos totales de una sola inversión a través del tiempo, la suma de esta serie indica el nivel de producción total necesario para sostener un nivel continuo de inversión de 100, con un consumo del 50%

del ingreso. Esta segunda interpretación proporciona una analogía con el sistema estático de Insumo-Producto (Chenery y Clark, 1963).

Un segundo método de solución es el de obtener una fórmula general para el valor de equilibrio de  $X_{it}$ , la que en este caso es muy sencilla (Chenery y Clark, 1963):

$$X_t = X_{t-1} = \frac{I_t}{1 - c} = \frac{100}{0.5} = 200 \quad (2.11)$$

Cuando recurrimos a sistemas de Insumo-Producto de más de tres sectores, sin embargo, la solución general se hace más difícil de calcular que la aproximación iterativa (Chenery y Clark, 1963).

El planteo algebraico del método iterativo es el siguiente:

$$\Delta X_i^{(1)} = Y_i$$

$$\Delta X_i^{(2)} = \sum_j a_{ij} \Delta X_j^{(1)}$$

$$\Delta X_i^{(3)} = \sum_j a_{ij} \Delta X_j^{(2)}$$

$$\Delta X_i^{(n)} = \sum_j a_{ij} \Delta X_j^{(n-1)}$$

$$X_i^{(n)} = \sum_{t=1}^{t=n} \Delta X_i^{(t)}$$

Como en el análisis keynesiano, existe cierto interés, desde el punto de vista económico, para investigar el procedimiento por medio del cual se difunden a través de la economía los efectos indirectos de la demanda autónoma. La solución iterativa no debe interpretarse como un modelo dinámico, sin embargo, porque los incrementos en la producción inducidos en otros sectores deben realizarse antes que pueda satisfacerse una demanda final dada (Chenery y Clark, 1963).

La existencia de una solución en el sistema de Leontief se encuentra asegurada por la misma condición que en el sistema keynesiano: los gastos

inducidos dentro del sistema deben ser menores que el ingreso que los genera. En el sistema keynesiano esto significa una propensión marginal a consumir menor que la unidad. En el sistema de Leontief basta con que la suma de los coeficientes de insumo (a parte de los pagos a factores primarios) sea menor que la unidad, cuando menos en un sector. Mientras más pequeña sea la parte de compras interindustriales para cada sector, con mayor rapidez convergen las etapas del procedimiento iterativo hacia la solución, precisamente tal como en el caso keynesiano (Chenery y Clark, 1963).

Las mermas en el modelo keynesiano son los ahorros, impuestos e importaciones, en tanto que las mermas en el modelo de Leontief son todos los pagos por factores, impuestos e importaciones. En posición de equilibrio, las mermas totales son iguales a los gastos autónomos (Chenery y Clark, 1963).

#### **1.1.4. Supuestos del análisis**

El modelo de Insumo-Producto se fundamenta en la premisa de que en una economía es posible dividir todas las actividades productivas en sectores cuyas relaciones recíprocas puedan expresarse, significativamente, por medio de una serie de sencillas funciones de insumo. Para un grupo de actividades las funciones de insumo pueden presentar considerable estabilidad, pero pueden ser mucho menos estables para un agrupamiento diferente. Los criterios a seguir para el establecimiento de los sectores deben tener por base el conocimiento de las características de las actividades productivas que se han agrupado, así como también el consumo de las producciones (Chenery y Clark, 1963).

El modelo de Leontief incluye algunos tipos de interdependencia entre las unidades económicas y excluye otros. De manera especial incluye la interdependencia que resulta de las ventas de mercancías de uno a otro sector, y del consumo de los mismos factores primarios. Excluye, específicamente, la sustitución entre las producciones de sectores diferentes, ya sea en los consumos finales o como insumos para otros sectores, y la interdependencia,

no-mercantil, bajo la forma de economías exteriores y deseconomías (Chenery y Clark, 1963).

Las propiedades de los modelos de Leontief pueden derivarse de tres supuestos fundamentales, los cuales es conveniente enunciar en esta sección (Chenery y Clark, 1963):

- 1) Cada mercancía(o grupo de mercancías) es suministrada por una sola industria o sector de producción. Los corolarios de este supuesto son, a) que se emplea únicamente un método para producir cada grupo de mercancías; y b) que cada sector tiene únicamente una sola producción primaria.
- 2) Los insumos comprados por cada sector son solamente una función del nivel de producción de ese sector. (Comúnmente se hace el supuesto, más restrictivo, de que la función insumo es lineal, pero esto es cuestión de conveniencia.)
- 3) El efecto total de llevar a cabo varios tipos de producción constituye la suma de los efectos separados. Se conoce éste como el supuesto de la aditividad, que rige a las economías exteriores y a las deseconomías.

La validez de cada uno de estos supuestos depende tanto de la naturaleza de la producción en plantas aisladas como de la forma en que estas unidades se agrupen en sectores. Ciertos supuestos pueden tener mayor validez para los agrupamientos que para las unidades individuales como, por ejemplo, la exclusión de los co-productos y las economías exteriores. Otros pueden tener valor para los procedimientos productivos aislados, pero no para los sectores. Por consecuencia, al valorizar la estructura del modelo debemos considerar, al mismo tiempo, la naturaleza de las relaciones fundamentales de la producción y los efectos del agrupamiento (Chenery y Clark, 1963).

## **1.2. Aportaciones a la Elaboración de Cuadros de Insumo-Producto**

El Origen del Modelo de Insumo-Producto es el cuadro económico (*Tableau Economique*), cuya primera versión fue elaborada por el economista francés Francois Quesnay(1696-1774), publicando posteriormente dos versiones más de éste cuadro. Posteriormente Karl Marx hizo su aportación en 1870 elaborando los esquemas de reproducción. Leon Walras en 1877 incluyó dentro del modelo de equilibrio general un conjunto de ecuaciones basadas en coeficientes de producción que registran las proporciones entre insumos y productos y finalmente en 1936, Wassly Leontief que publicó un artículo sobre las relaciones de Insumo-Producto y en 1941 un libro sobre la estructura económica de Estados Unidos con cuadros de Insumo-Producto para 1919 y 1929

.

### **1.2.1. Las matrices elaboradas en el mundo**

Leontief fue el primero en construir empíricamente cuadros nacionales de insumo-producto. En 1941 publicó matrices para Estados Unidos correspondientes a los años de 1919 y 1929, como parte de la primera edición de su libro sobre la estructura de la economía estadounidense; en 1951, en la segunda edición de dicha obra, presentó un cuadro de insumo-producto del año de 1939. En el mismo año de 1951 se publicaron algunos documentos preliminares sobre la primera matriz oficial para Estados Unidos, elaborada con información de 1947 por la Oficina de Estadísticas Laborales. Otros Trabajos pioneros fueron realizados en Europa: en Gran Bretaña por Barna en 1951 y 1953, por la Oficina Central de Estadísticas en 1952 y por Stewart en 1958; En Dinamarca por el departamento de Estadísticas en 1948 y 1951; en Holanda por la Oficina Central de Estadísticas en 1946 y 1952; en Italia por Chenery, Clark y Cao Pinna en 1953.

Simultáneamente a la elaboración de cuadros de Insumo-Producto en los países mencionados, la Organización de las Naciones Unidas desarrolló el

primer Sistema de Cuentas Nacionales, que fue publicado en 1953. Dicho sistema proporcionó un marco coherente para registrar y presentar las estadísticas de producción, consumo, acumulación y comercio exterior de cada país a precios corrientes. En 1962 se publicó la Matriz de Contabilidad Social de Gran Bretaña, que contribuyó de manera importante a la revisión de del Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas vigente de desde 1953. El nuevo sistema, que fue concluido en 1968, incluye como una de sus partes integrantes la información de las relaciones de Insumo-Producto.

### **1.2.2. Las matrices elaboradas en México**

La primera matriz de Insumo-Producto de México, para el año de 1950, fue elaborada por el Banco de México, Nacional Financiera y las Secretarías de Hacienda y Economía, y publicada en 1958. La matriz para 1960 fue elaborada por el Banco de México y publicada en 1966. Estas matrices no son directamente comparables por sus diferentes características: la de 1950 cuenta con 32 sectores, mientras que la de 1960 presenta 45; asimismo, algunos sectores, aunque de igual denominación, tienen contenidos distintos. Ambas matrices presentan las mismas categorías de demanda final: consumo privado y de gobierno, formación de capital fijo, variación de existencias y exportaciones; y los mismos rubros de valor agregado: sueldos, salarios y prestaciones, ingresos mixtos y de capital (utilidades, intereses), impuestos, subsidios y depreciación. Asimismo, ambas están valuadas a precios corrientes y de productor.

Debido a la antigüedad de las bases de cálculo utilizadas por el Banco de México y a las modificaciones en los criterios internacionales de estimación de las cuentas nacionales, en 1977 se inició la actualización integral del Sistema de Cuentas Nacionales de México. El proceso incluyó la elaboración, a partir de de la información censal del año de 1970, de una matriz de Insumo-Producto, desagregada a 72 ramas y valuada a precios corrientes y de productor, que fue publicada en 1979; la publicación en 1980 de la serie

homogeneizada a 30 sectores de las matrices de 1950, 1960 y 1970; la elaboración de una matriz compatible con la de 1970, basada en la información censal de 1975, que fue publicada en 1981.

Con la preparación de las matrices de 1970 y 1975 se logró contar con un sistema integrado a partir de la evaluación y análisis de la estructura económica del país.

La matriz de Insumo-Producto de 1978 es una actualización de la matriz de 1975; esto es, no se elaboró en su totalidad a partir de información estadística directa, sino que se apoyó parcialmente en la aplicación del método RAS, que es una técnica matemática para actualizar los coeficientes de Insumo-Producto.

La matriz Insumo-Producto de 1980 también es una actualización de la matriz de 1975. Sin embargo, a diferencia de la actualización realizada para 1978, en el caso de 1980 se contó con información directa más abundante proveniente del Censo de Población y Vivienda y de los censos económicos de 1980. Por lo tanto, las estimaciones directas cubren el 80% de las celdas del cuadrante de transacciones intermedias, habiéndose utilizado el método RAS de actualización únicamente para estimar las celdas restantes.

La compatibilidad de la matriz de 1980 con las anteriores es incompleta por diversas razones. Por ejemplo, se efectuaron cambios en la evaluación de algunas actividades, creándose en ciertos casos nuevos subgrupos; se incorporaron a algunas ramas actividades que no estaban especificadas anteriormente; se mejoró la medición de exportaciones por rama de origen. Destaca, en Particular que, a diferencia de los cuadros de 1970, 1975 y 1978, en que algunos de los flujos de importaciones y exportaciones se trataron en forma neta, para 1980 se eliminaron la mayoría de las cuentas netas, reduciéndose sensiblemente la diferencia de los valores registrados con respecto al Sistema de Cuentas Nacionales. Por su parte, la matriz de 1985 es una actualización de la de 1980.

### **1.2.3. La matriz de Insumo-Producto agropecuaria de 1980.**

La matriz de Insumo Producto del Sector Agropecuario de 1980, al igual que la matriz de Insumo-Producto de 1980 fue expresada a precios de productor y mediante la desagregación de las actividades agrícolas, pecuarias y silvícolas que involucran a las ramas 01 Agricultura, 02 Ganadería y 03 Silvicultura, se expandió el número de vectores de demanda intermedia de 72 a 93, siguiendo los mismos lineamientos técnicos aplicados a la matriz de Insumo-Producto que le sirve de marco.

Los productos desagregados se seleccionaron con base en diversos criterios tales como su importancia económico-social, su participación relativa en el valor bruto de la producción de la rama correspondiente, su participación en la dieta alimenticia de la población, su importancia en los procesos industriales a que se destina su producción, su contribución en la generación de empleos y los lineamientos de productos prioritarios señalados en el Programa Nacional de Desarrollo Rural Integral.

Los grandes agregados del sector agropecuario registrados en la matriz de Insumo-Producto de 1980 y en el Sistema de Cuentas Nacionales, como son el valor bruto de la producción, el consumo intermedio, el producto interno bruto, la demanda intermedia y la demanda final, se consideraron datos dados en el proyecto con el objeto de mantener la compatibilidad interna del cuadro.

### **1.3. Aportaciones a los Estudios Regionales de Insumo Producto.**

Los cuadros de Insumo-Producto que se realizan para las regiones tienen como objetivo, normalmente, mostrar la similitud que existe entre las actividades económicas que se desarrollan al interior del país con las propias de una región y poder, con ello, establecer comparaciones, relaciones de interdependencia o un modelo de planeación para las economías regionales.

Existe una gran cantidad de trabajos realizados en un contexto regional, pudiéndose clasificar en varias etapas de acuerdo a sus aplicaciones. En una

primera etapa, iniciada por Isard (1953) y Kuenne (1953) donde se trató de ajustar los coeficientes nacionales a una región. La etapa que se consideraba más importante, usó por primera vez información regional para la construcción de tablas regionales de Insumo-Producto genuinas. Esta etapa comienza con Hirsch (1959), siguiéndole otros investigadores como Bourque (1967), Isard (1970), Miernyk (1970), Emerson y Hackman (1971) entre otros. (Cantú, V. 1998) (*Citado por Cantú V. 1998*).

El costo elevado y el tiempo requerido para construir tablas de Insumo-Producto a través de Métodos basados en información primaria, obligaron a los investigadores y economistas a la búsqueda de nuevas alternativas para la construcción de dichas tablas, por lo tanto, el objetivo era reducir costos de recolección de información y optimización del tiempo empleado en la elaboración de los modelos de Insumo-Producto.

Ha surgido una inmensa gama de bibliografías, revisiones y evaluaciones relacionadas con la elaboración de la matriz Insumo-Producto, en la búsqueda respuestas económicas a la realidad de nuestro entorno.

Este conjunto de estudios realizados en el campo de Insumo-Producto trajo como consecuencia la creación de nuevos modelos empleando distintas metodologías. Según Richardson (1985), los diferentes procedimientos para la elaboración de modelos regionales de Insumo-Producto pueden clasificarse en 3 grandes categorías (*Citado por Cantú V. 1998*):

1. Métodos de conversión. Los cuales utilizan los coeficientes nacionales de una tabla nacional para producir una regional.
2. Métodos cortos. Éstos proclaman producir multiplicadores regionales de Insumo-Producto sin producir una matriz regional completa.
3. Métodos híbridos. Utilizan información de encuesta y no encuesta.

Irónicamente se puede decir que el primer grupo de estos modelos parece estar destinado a dominar el mundo de las tablas de Insumo-Producto

en el ámbito regional, pero hay ciertas conjeturas o críticas que hacen que estos modelos no tengan una total aceptación.

La formulación de metodologías para crear y simular una tabla de insumo producto regional va desde métodos que incluyen un número significativo de encuestas hasta aquellos que sólo usan información que ya ha sido publicada. Una técnica que implica encuesta fue propuesta por Su (1970), quien asumía que además del supuesto implícito en los anteriores modelos a cerca de productividad constante entre las regiones, era necesario aplicar una encuesta a las industrias locales para obtener los coeficientes interregionales de intercambio. Shaffer (1972) probó el método de Su para el Estado de Washington, y concluyó que no había ninguna mejora significativa sobre aquellos métodos que manejan información ya publicada (*Citado por Cantú V. 1998*).

La mayor parte de los trabajos intentan producir una matriz de coeficientes de intercambio interregionales usando como referencia una matriz nacional de coeficientes técnicos. Sólo un grupo de técnicas ha participado en la modificación de los coeficientes técnicos nacionales a los coeficientes regionales. Entre estas se encuentran los trabajos realizados por Isard y Keunne (1953), Miller (1957) y Moore y Peteren (1955) (*Citado por Cantú V. 1998*).

Round (1983) expuso una severa crítica haciendo énfasis que esta clase de técnicas contenía pocos conceptos teóricos y empíricos. Hewings y Jensen (1986) declararon que hay una deficiencia lógica en la obtención de los coeficientes. Shaffer y Chu (1972) argumentaban que al hacer las comparaciones para una misma región dadas las tablas regionales obtenidas a través del método de encuesta y de no encuesta, era solo una prueba entre dos tablas de la cuales su exactitud se desconocía (*Citado por Cantú V. 1998*).

Sin embargo, han sido relativamente pocos los estudios que analizan las diferencias entre los coeficientes obtenidos a través de ambas metodologías.

Smith y Morrison (1974) estudiaron estas discrepancias para el pueblo inglés de Petesborough, y Harrigan et. al, (1980) para Escocia, encontrando en ambos casos que la causa principal de las discrepancias entre los coeficientes generados por estas técnicas era que los multiplicadores obtenidos por el método de no encuesta, por lo general, subestiman la propensión marginal a importar de la región, con el error incrementándose a medida que el tamaño relativo de la región decrece (*Citado por Cantú V. 1998*).

Posteriormente, esta deficiencia es corregida en 1995 por Flegg et. al, quienes hacen posible que el uso de los coeficientes de localización obtenidos por medio de no encuesta fuera más eficiente, disminuyendo el sesgo que existía con respecto a los multiplicadores calculados vía el método de encuesta. En ese mismo año surge un gran interés por una metodología regional distinta a las ya vistas, la cual buscaba incorporar el uso de del modelo econométrico y el de Insumo-Producto en uno nuevo, al que se denominó modelo integrado (West y Jensen). La inclinación hacia esta metodología se refleja en un periodo intenso de investigación en la última década (Moghadam y Ballard, (1988), Conway (1990), West (1991), Coomes, Olson, Glenon, 1991; Israilevich et. al (1994) y Schantz, (1995) basándose en las primeras contribuciones de L' Esperance et. al, (1977) y Conway (1979) (*Citado por Cantú V. 1998*).

La atención reciente sobre los modelos integrados se fundamenta en la necesidad de combinar técnicas econométricas con el modelo de Insumo-Producto, buscando así incorporar las ventajas de ambos y al mismo tiempo reducir las limitantes asociadas a cada modelo, si éste, se aplicara en forma individual. Esta unión permitió la introducción del dinamismo y además mejoró la estimación de los parámetros, así como el pronóstico y la simulación de eventos económicos futuros.

Estas ventajas del modelo fueron las motivaciones que encabezaron la implementación de una abundante variedad de modelos integrados. Uno de los principales ponentes de esta categoría es Sergio Rey, profesor de la

Universidad Estatal de San Diego, quien ha contribuido con un legado importante en la aplicación de estos modelos. Este autor analizó en 1996 el impacto que tendría sobre la economía de San Diego un recorte en el presupuesto federal en la Armada. En 1997 describió la taxonomía de los modelos operacionales recientes, en el cual señaló las diferentes estrategias para lograr la integración de modelos econométricos y de Insumo-Producto. Sin embargo, la mayor parte de la atención captada por este nuevo tipo de modelos es canalizada y enfocada al análisis de una sola región, mientras que la extensión de la técnica a un contexto multirregional ha sido de poco interés para los investigadores y planeadores. Con el propósito de enfatizar y profundizar un poco en el campo del modelo multirregional —que constituye la forma más idónea para analizar los efectos de retroalimentación entre regiones— Sergio Rey realizó un estudio para el estado de California en los Estados Unidos (1997) dividiendo a éste en subregiones. Esta clasificación permitió tener un conocimiento más amplio de la economía subregional y de la composición industrial de cada área (*Citado por Cantú V. 1998*).

Lo anterior indica claramente cómo Estados Unidos ha cultivado y mejorado la disciplina en el campo de las técnicas de Insumo-Producto para el levantamiento de información estadística confiable. Esta información, por otra parte, la utilizan los distintos agentes económicos con el propósito de conocer mejor la economía local y para organizarse de manera más eficiente en el desarrollo de actividades de planeación y consultoría.



## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO**

En este capítulo se pretende mostrar, a detalle, todas las características específicas de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán, con el fin de ilustrar y ubicar, de manera precisa, los elementos peculiares del espacio geográfico objeto de este estudio. De la misma manera, se busca que dicha información se pueda aprovechar, como medio para la realización de un diagnóstico que trascienda a planes, programas y políticas de desarrollo que consideren la utilización de la Matriz de Insumo-Producto como herramienta primordial para la elaboración de dichas estrategias.

Los criterios de regionalización, para el presente trabajo de investigación, se basaron en la regionalización que presentó el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para el estado de Michoacán en el anuario de la entidad del año 2005.

#### **2.1. Aspectos Geográficos**

El estado de Michoacán se encuentra ubicado en la zona centro-occidente del país y colinda con los estados de Jalisco, Colima, Guanajuato, y Querétaro — hacia el norte— con el océano pacífico al oeste, con el estado de Guerrero y México al este y con Guerrero al sur. Está dividido políticamente en 113 municipios agrupados en 10 regiones, siendo la región Tierra Caliente la que se somete a la estimación de la matriz de Insumo-Producto regional. La región Tierra Caliente está constituida por 10 municipios (ver cuadro 2) y colinda con

las regiones Valle de Apatzingan, Centro, Oriente, Patzcuaro-Zirahuen y Meseta Purépecha, así como con el Estado de Guerrero y el Estado de México (ver figura 1).

**Cuadro 2. División geoestadística municipal**

<b>CLAVE</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>CABECERA MUNICIPAL</b>
009	ARIO	ARIO DE ROSALES
013	CARÁCUARO	CARÁCUARO DE MORELOS
038	HUETAMO	HUETAMO DE NUÑEZ
049	MADERO	VILLA MADERO
057	NOCUPÉTARO	NOCUPÉTARO DE MORELOS
077	SAN LUCAS	SAN LUCAS
082	TACÁMBARO	TACÁMBARO DE CODALLOS
092	TIQUICHEO DE NICOLÁS ROMERO	TIQUICHEO
097	TURICATO	TURICATO
101	TZITZIO	TZITZIO

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del anuario estadístico del 2005 para el estado de Michoacán, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La región se encuentra circunscrita en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur, y la mayoría de los municipios se encuentran ubicados en la subprovincia fisiográfica llamada Depresión del Balsas.

Los datos geológicos de la región indican que la mayor parte de la superficie de la región se encuentra conformada por suelos ígneos extrusivos,

así como un porcentaje importante de suelos sedimentarios, además de una amplia variedad de suelos que son poco predominantes.

El clima de la región es predominantemente cálido subhúmedo con lluvias en verano —A(w)— teniendo gran influencia, también, los climas BS1(h') —semiseco muy cálido y cálido, así como ACw Semicálido Subhúmedo con lluvias en verano.

La temperatura promedio en la región es de 24.2 °C, según la estación meteorológica del municipio de Turicato, y de 22.6°C, según la estación del municipio de Tzitzio.

La precipitación media anual de la región predominante es de 1000 a 1200 mm siendo una parte importante la que oscila en una precipitación de 800 a 1000 mm al año.

En cuanto a hidrología la región se ubica en la región hidrológica del Balsas y cuenta con tres cuencas hidrológicas que son: río Tacámbaro, río Cutzamala y río Balsas-Zirándaro.

## **2.2. Uso del Suelo**

En cuanto al uso potencial de la tierra a partir de un mapa publicado en el sitio de internet del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se observa cómo prácticamente el 70% de la superficie de la región no es apta para la agricultura, algo irónico dado que la principal actividad económica de la región es precisamente la agricultura —como se verá más adelante—, mientras que en el mapa de potencial pecuario la misma porción de superficie es apta sólo para ganado caprino, siendo, sin embargo, mayor la explotación del ganado bovino en la región.

Figura 1. Mapa de ubicación de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán.



Fuente: Edición propia a partir de los mapas publicados en el anuario estadístico de Michoacán de Ocampo, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de (INEGI).

Por otra parte, la región cuenta con un total de 193,381.00 hectáreas destinadas a la agricultura de las cuales 162,374.00 hectáreas son de temporal y 31,006.00 hectáreas son de riego, por lo que el 84 % depende de la precipitación natural y sólo un 16% cuenta con infraestructura de riego. Cuenta además con 138,193.00 hectáreas de pastizales inducidos y cero de pastizal natural.

La superficie total de bosque en la región es de 154,211.00 hectáreas de las que el 60% es de bosque de coníferas y el 27% es de bosque de encino, principalmente.

Finalmente, la superficie de selva —la cual es de tipo caducifolia— ocupa un total de 207,080 hectáreas.

### **2.3. Población**

Según el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2005, la población de la región es de 237,037 habitantes de los cuales el 52% es del sexo femenino y el 48% del sexo masculino. Siendo la edad mediana de 20 años de edad en la población.

### **2.4. Economía de la región**

En la región la principal actividad productiva es la agricultura que contribuye con el 51% del Producto Interno Bruto (PIB) regional y en conjunto con el sector pecuario y forestal componen el 60% del PIB regional, mientras que el

resto del PIB se conforma de las aportaciones del resto de actividades económicas de la región, donde destaca el sector servicios con la rama de comercio que contribuye con un 16.5% del PIB, mientras que dentro de las industrias manufactureras destaca la subrama elaboración de azúcar, que a pesar de que el subsector industrias manufactureras contribuye sólo con un 7.7% el 60% de lo que genera ésta, lo aporta la elaboración de azúcar en la región.

De los 43 cultivos que comúnmente se desarrollan en la región son 11 los que contribuyen con el 96% del PIB agrícola, los cuales son —en orden de importancia— los siguientes: Aguacate, Maíz, Melón, Sorgo, Caña de Azúcar, Chile Verde, Zarzamora, Mango, Pastos y Forrajes, Durazno y Tomate Rojo. Dentro de éstos destaca el aguacate que aporta el 55% del PIB agrícola y teniendo una participación de 29% en el PIB total de la región, lo cual lo coloca como el cultivo más importante de la región.

En lo que respecta a la rama de ganadería ésta contribuye con un 8.5% del PIB regional donde el 54% de esa aportación es por concepto de la producción de ganado bovino de carne. La tipología de las explotaciones ganaderas es muy rústica pues el 80% de las cabezas de ganado es manejado en la modalidad de traspatio con poca orientación al mercado y por consiguiente con mayor tendencia al autoconsumo. La explotación de ganado lechero es consecuencia de la producción de carne de bovino, ya que las razas predominantes son de doble propósito como lo es el pardo suizo y algunas cruza de cebú. El ganado porcino es eminentemente de explotación de traspatio, pero con una relativa importancia económica en la región. Finalmente la explotación de ganado caprino y de ave es poco relevante en la región ya que se explota en un 90% para el autoconsumo, lo que significa poca mejora de razas y formas de manejo del ganado.

La actividad forestal contribuye con menos del 1% en la composición del PIB regional, ya que prácticamente los recursos forestales maderables se encuentran disponibles en sólo tres municipios de la región, lo que ocasiona que su impacto en la economía sea poco significativo.

Y bien, como se ha podido ver a lo largo de este capítulo, la región cuenta con una gran cantidad de restricciones tanto geográficas, ambientales, sociales y económicas que dan como resultado un espacio peculiar de estructura y organización económica de producción, apto para hacer un análisis de Insumo-Producto regional con énfasis en el sector económico más importante, que en este caso es el sector agropecuario.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO REGIONAL**

En esta parte del trabajo se describen de manera muy general los métodos que se han diseñado para la estimación de cuadros de Insumo-Producto a nivel regional y de manera detallada el procedimiento de estimación de la matriz de Insumo-Producto de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán.

#### **3.1. Métodos de Estimación de Cuadros de Insumo-Producto**

Para construir los cuadros de Insumo-Producto regionales existen diversas metodologías que se clasifican en tres grandes categorías según la forma de recolectar la información y son: basado en encuesta, híbridos, y a base de no encuesta.

Debido a que la técnica basada en encuestas para construir tablas de Insumo-Producto utilizaría en principio únicamente fuentes primarias de información, se le considera como el modelo ideal, pero debido a los altos requerimientos de tiempo y dinero necesarios para obtener la información, y ya que ningún país posee estadísticas a tal nivel de desagregación; se le considera poco operativo.

Los modelos híbridos implican la conversión de coeficientes nacionales de Insumo-Producto en sus referentes regionales, empleando tanto técnicas matemáticas como encuestas. En términos generales, se puede decir que mediante este enfoque se pretende suavizar las deficiencias que tienen los

modelos de encuesta y no encuesta; aunque, por la misma razón, conserva en cierta medida el inconveniente de ambos (tiene costos considerablemente mayores que los del modelo de no encuesta y menor certidumbre de la que se podría esperar de un modelo de encuesta). Pese a esta observación, en la práctica, es común que las tablas regionales utilicen alguna combinación de encuesta y no encuesta como fuentes de información, es difícil encontrar un modelo totalmente basado en cualquiera de las dos variantes.

### **3.2. Metodología Utilizada**

Para la estimación de la matriz de Insumo-Producto de la región Tierra Caliente del Estado de Michoacán se procedió de la siguiente manera:

1. Se recolectaron todas las estadísticas de producción a nivel municipal, para el caso de la producción agropecuaria se obtuvo de la delegación estatal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del anuario estadístico del sector agropecuario del año 2003, donde se mostraban las variables superficie sembrada y cosechada, volumen de producción, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción, —esto para el caso de la producción agrícola en una forma desagregada por cultivo— mientras que para el caso de ganadería y actividad forestal se observaron, además, las variables de especies explotadas, inventario y técnicas de explotación. Mientras que para el caso del resto de sectores económicos se obtuvo información, principalmente, del censo económico publicado por el INEGI en 2004 con datos de las unidades económicas correspondientes a 2003.
2. Se calculó el Producto Interno Bruto a precios corrientes de la región a partir de la información de producción recabada en el paso anterior,

siendo el procedimiento una simple sumatoria de la variable Valor Bruto de la Producción con sus respectivas partidas por sector.

3. Después de obtener el PIB regional se hizo el supuesto de que las cantidades del PIB de cada rama y subrama de actividad económica se ha comportado de manera constante y por tanto no se permite el análisis en una serie de tiempo para determinar la importancia de cada uno de estos componentes del PIB a lo largo del tiempo.
4. Una vez realizado el supuesto anterior se determina la jerarquía de cada uno de los subsectores, ramas y subramas de actividad de acuerdo a su participación en el PIB regional y sectorial a nivel regional. Esto con el fin de destacar aquellas actividades que serán consideradas de manera desagregada dentro de la matriz regional.
5. Una vez hecha la jerarquización de las actividades económicas por su participación en el PIB se determina que para la rama agricultura se consideren 11 cultivos que son: Aguacate, Maíz, Melón, Sorgo, Caña de Azúcar, Chile Verde, Zorzamora, Mango, Pastos y Forrajes, Durazno y Tomate Rojo y el resto de los cultivos se agrupan en un sector llamado resto de actividad agrícola, ya que estos son los cultivos que mayor valor de la producción agrícola aportan. Para el caso de la rama ganadería se consideraron 6 especies, ganado bovino de carne, ganado bovino de leche, ganado porcino, ganado caprino, ave de carne y ave de producción de huevo para plato y el resto se agrupó en un sector llamado resto de actividad pecuaria, mientras que para la rama de silvicultura se dejó igual.
6. Posteriormente se procedió a la estimación de costos de producción de cada una de las actividades económicas enlistadas en el paso anterior, encontrándose información sobre costos de producción a nivel estatal para el caso de los cultivos de la agricultura, por lo que se hizo el supuesto de que la estructura de costos de producción de los cultivos de la región es similar a la estructura de costos de los mismos cultivos a nivel estatal. Mientras que para el caso de las actividades ganaderas y

forestales no se encontró una fuente confiable de estimación de costos de producción, por lo que en primera instancia se buscó estimarlos a partir del supuesto de que se les realizaran las labores básicas de manejo a las diferentes especies de ganado, obteniendo dicha información de documentos técnicos de manejo de cada una de las especies en cuestión, sin embargo, por cuestiones de tiempo no fue posible determinar de manera aceptable la estructura de costos de la ganadería y de la actividad forestal, por lo que se decidió presentar estas dos ramas de manera agregada en la matriz de Insumo-Producto regional.

7. Para la determinación del resto de sectores, ramas y subramas que serían considerados para formar parte de la matriz regional era poco factible hacer una estimación similar con respecto al sector agropecuario y forestal por lo que se tuvieron que buscar métodos indirectos de estimación. Para el caso de este proyecto se utilizó el método de Flegg et. al, el cual consiste en multiplicar la propensión marginal de empleo regional con sus referentes a nivel nacional por la matriz de Insumo-Producto nacional y luego multiplicarla por un escalar mediante una serie de pasos intermedios en cada uno de los procedimientos mencionados. Sin embargo, antes de describir el procedimiento de Flegg et. al, es muy importante señalar que este proceso requiere una matriz de Insumo-Producto nacional de un año específico el cual será el año de la matriz regional, por lo que se hizo necesario actualizar la matriz de Insumo-Producto nacional al año 2003, ya que no se cuenta con ella en nuestro país. Ahora bien la primera cuestión que surge es cuál matriz se debe actualizar, ya que existen varios cuadros de Insumo-Producto a nivel nacional para distintos años, sin embargo, la mejor opción es actualizar aquella matriz que haya sido elaborada a partir de datos lo más exactos posible, que en este caso es la matriz de 1970, que pese a su antigua temporalidad, presenta la ventaja de que fue realizada mediante una metodología de encuesta, es decir, con una

proporción muy importante de datos obtenidos de fuentes primarias, condición que no cumplen los demás cuadros más actuales que son sólo actualizaciones de dicha matriz a través de métodos matemáticos de estimación. El método empleado para la actualización del cuadro de transacciones domésticas de México de 1970, es el método más comúnmente utilizado para dicho fin, el método *RAS*, el cual obtiene los  $n^2$  coeficientes del año objetivo ( $tA$ ) a partir de tres vectores con información estadística de dicho año objetivo. Estos tres vectores, que en su conjunto se proporcionan  $3n$  datos, son los únicos requerimientos para aplicar el método en su forma más simple: producción bruta ( $tVBP$ ), demanda intermedia ( $tDI$ ) y consumo intermedio ( $tCI$ ). Es un método de ajuste biproporcional, ya que concibe los cambios de los coeficientes de insumo producto como resultado simultáneo de dos efectos homogéneos: uno sobre los renglones y otro sobre las columnas de la matriz. Las modificaciones observadas entre el año  $0$  y el año  $t$  en la composición del vector de demanda intermedia, así como en su relación con la producción bruta, se manifiestan a través de cambios proporcionales en cada uno de los elementos de los renglones de la matriz de coeficientes de Insumo-Producto. Las modificaciones experimentadas en la composición del vector de consumo intermedio, lo mismo que en su relación con la producción bruta, se expresan a través de cambios proporcionales en cada uno de los coeficientes de las columnas. En términos económicos, la modificación de los coeficientes de Insumo-Producto puede ser interpretada como resultado de dos efectos que expresan los cambios en las condiciones de producción: el efecto sustitución y el efecto fabricación. La matriz actualizada de coeficientes de Insumo-Producto ( $tA$ ) se construye por medio de dos matrices diagonales de multiplicadores. La primera de ellas, que expresa los cambios en la composición de la demanda intermedia ( $\langle R \rangle$ ), premultiplica a la matriz de coeficientes de insumo-producto original ( ${}_0A$ ), modificando los elementos de cada renglón por conducto de un mismo

factor. La segunda de ellas, que expresa los cambios en la composición del consumo intermedio (<S>), posmultiplica a la matriz  ${}_0A$ , modificando los elementos de cada columna por medio del mismo factor. A través del efecto simultáneo de estas matrices diagonales, cada coeficiente de Insumo-Producto es modificado por un par diferente de multiplicadores ( $r_{ij}$ ), lo que significa que cada uno de ellos es afectado de manera diferenciada por la combinación de los efectos sustitución y fabricación:

$${}_tA = \langle R \rangle {}_0A \langle S \rangle$$

El procedimiento de estimación de las matrices diagonales <R> y <S> es iterativo y convergente. Esto significa que, a través de sucesivas premultiplicaciones y posmultiplicaciones de la matriz original de transacciones ( ${}_0X$ ), se converge hacia una matriz estimada ( ${}_0X$ ), coherente con los vectores de valores observados en el año objetivo de la demanda y consumo intermedios ( ${}_tDI$  y  ${}_tCI$ ):

$${}_tX = \lim_{n \rightarrow \infty} \langle R_n \rangle {}_0X \langle S_n \rangle$$

Para la estimación de la matriz diagonal inicial de multiplicadores de renglón  $\langle R^1 \rangle$  que ajusta las entregas totales con destino intermedio de cada sector en el año base ( ${}_0XU$ ) con el correspondiente elemento del vector de demanda intermedia del año objetivo ( ${}_tDI$ ):

$$\langle R^1 \rangle = \langle {}_tDI \rangle \langle {}_0XU \rangle^{-1}$$

La matriz de transacciones correspondiente a esta primera etapa ( ${}_tX^1$ ) se estima al premultiplicar la matriz de transacciones del año base ( ${}_0X$ ) por la matriz diagonal de multiplicadores de renglón iniciales ( $\langle R^1 \rangle$ ):

$${}_tX^1 = \langle R^1 \rangle {}_0X$$

Los totales por renglón de la matriz estimada ( ${}_tX^1$ ), obtenidos de su posmultiplicación por un vector columna unitario, coinciden con los

componentes respectivos del vector de demanda intermedia del año objetivo ( ${}_tDI$ ).

Después se estima una matriz diagonal inicial de multiplicadores de columna  $\langle S^1 \rangle$  que ajusta los insumos intermedios totales de cada sector resultantes de la primera etapa ( $U^T {}_tX^1$ ) con los elementos correspondientes del vector de consumo intermedio del año objetivo ( ${}_tCI$ ):

$$\langle S^1 \rangle = \langle {}_tCI \rangle \langle U^T {}_tX^1 \rangle^{-1}$$

La matriz de transacciones correspondientes a esta segunda etapa ( ${}_tX^2$ ) se estima al posmultiplicar la matriz estimada en la primera etapa ( ${}_tX^1$ ) por la matriz diagonal de multiplicadores de columna iniciales ( $\langle S^1 \rangle$ ):

$${}_tX^2 = {}_tX^1 \langle S^1 \rangle$$

Los totales obtenidos por columna de la matriz estimada en esta segunda etapa ( ${}_tX^2$ ), obtenidos de su premultiplicación por un vector renglón unitario, coinciden con los componentes respectivos del vector de consumo intermedio del año objetivo ( ${}_tCI$ ).

Posteriormente se estima una nueva matriz diagonal de multiplicadores de renglón  $\langle R^2 \rangle$  que ajusta las entregas totales con destino intermedio de cada sector estimadas en la segunda etapa ( ${}_tX^2 U$ ) con los elementos correspondientes del vector de demanda intermedia del año objetivo ( ${}_tDI$ ). Este proceso se continúa con sucesivas iteraciones hasta que las diferencias entre los totales por columna y por renglón de la matriz de transacciones estimada ( ${}_tX^n$ ) con los vectores de demanda y consumo intermedio del año objetivo ( ${}_tDI$  y  ${}_tCI$ ), respectivamente, sean mínimas, es decir, cuando el proceso converge.

Y bien, una vez estimada la matriz de Insumo-Producto nacional actualizada a 2003, se procedió a aplicar el método de Flegg et. al, el

cual consiste en calcular, primeramente, una matriz denominada  $R$ , que se obtiene de la multiplicación de la matriz de transacciones domésticas de México (la matriz actualizada) por el coeficiente de relatividad  $RE/NE$ (*ver anexo 1*), luego se multiplica por un millón de pesos, para obtener una matriz nueva ( $MRP$ ) expresada en pesos corrientes (*ver anexo 2*). La relación  $RE/NE$  mide la proporción del empleo regional con respecto al nacional para la rama  $i$  respectivamente. Donde  $RE$  es el empleo regional del sector  $i$  mientras que  $NE$  corresponde al empleo nacional en el mismo sector.

Posteriormente se debe estimar la matriz de coeficientes de Flegg, la cual requiere, para su estimación, primeramente el cálculo de los Coeficientes de Localización Simple ( $SLQ$ ), dados por la expresión (*ver anexo3*):

$$(RE_i/TRE)/(NE_i/TNE)$$

Donde:

$RE_i$ = empleo regional de la rama  $i$ ,

$TRE$ = empleo regional total,

$NE_i$  = empleo nacional de la rama  $i$ ,

$TNE$ = empleo total nacional.

Enseguida deben calcularse los Coeficientes de Industria Cruzada ( $CILQ$ ), los cuales se obtienen tomando como base el Coeficiente de Localización Simple ( $SLQ$ ), generado en el paso anterior, formando así una matriz de coeficientes cruzados (*ver anexo 4*), en donde los coeficientes de la diagonal principal son los obtenidos en el paso anterior ( $SLQ$ ) y los demás elementos se obtienen por:

$$CILQ_{ij} = SLQ_i / SLQ_j$$

Ahora, para la estimación de la matriz de coeficientes de Flegg se debe multiplicar la matriz de Coeficientes de Industria Cruzada (*C/ILQ*) (ver anexo 5) por el factor:

$$\lambda = (TRE / TNE) / (\log_2 (1+ TRE / TNE))^{^5}$$

Donde  $\lambda$  es un escalar regional que permite ajustar el nivel adecuado de importaciones dependiendo del tamaño de la región.

Entonces a partir de la multiplicación de la matriz de coeficientes de Flegg con los términos correspondientes de la matriz  $R$  ( $r_{ij}$ ), se puede regionalizar la matriz de Insumo-Producto. Realizándose este proceso sólo en aquellas celdas donde el coeficiente de Flegg es menor a uno. En las celdas donde el coeficiente es mayor a uno, la cantidad de la matriz ( $r_{ij}$ ) permanece sin cambio alguno. De esta manera se obtiene la matriz final regionalizada.

Sin embargo, aquí se hace una variante, ya que durante el proceso de regionalización por el método de Flegg et. al, las celdas, tanto de fila como de columna, correspondientes a la rama de agricultura se sustituyen por ceros, esto con el fin de obtener solamente los coeficientes de los demás sectores, ya que la rama de agricultura correspondiente a la matriz de Insumo-Producto de la región Tierra Caliente se desagrega a nivel de clase de actividad, que en este caso son los cultivos más importantes que se desarrollan en la región, utilizando para ello información semidirecta para la estimación de los correspondientes elementos, mientras que para la estimación de la matriz del Estado de Michoacán, el método se aplica a todas las ramas de actividad de manera íntegra, ya que no se hace una desagregación mayor de ninguna de las ramas en este caso.

8. Para estimar las entregas de la producción de cada uno de los cultivos considerados en la matriz regional tanto a la demanda intermedia como a la demanda final se requirió estimar primeramente los niveles de

autoconsumo, los cuales se estimaron a partir del porcentaje de la producción que se destina a la venta y suponiendo que el resto es dedicado precisamente al autoconsumo. Los porcentajes de autoconsumo se obtuvieron del censo agrícola y ejidal de 1991 que es el más reciente. La entrega a la demanda intermedia se dedujo de la necesidad de cada uno de los sectores agrícolas, ganaderos, forestales y del resto de la economía de consumir los productos agrícolas de la región para generar su producción, por ejemplo la producción de caña de azúcar tiene un destino casi total a la industria manufacturera de elaboración de azúcar y una mínima parte a la elaboración de piloncillo y a la demanda final como fruta. De esta manera se trató a cada uno de los cultivos que en su mayoría reportaron una mayor entrega a la demanda final y poca participación como insumos para las demás actividades económicas de la región, esto debido a que como se puede observar en los resultados de la matriz, las industrias manufactureras que producen en la región son muy pequeñas y en su mayoría requieren insumos que no son de origen agrícola.

9. Para la estimación de la demanda final de los cultivos se tuvo que calcular el consumo aparente de la región para estimar el Consumo Privado (*CP*), la cual se obtuvo a partir de la tasa de disponibilidad de producción a nivel nacional. Para el caso de los demás sectores de la demanda final como son el Consumo de Gobierno (*CG*), Formación Bruta de Capital Fijo (*FBK*), Variación de Existencias (*VE*) y las Exportaciones (*EX*) se hizo una proporción de la participación porcentual con que participa cada uno de estos sectores en la composición de la demanda final dentro de la matriz nacional actualizada. Para el caso de los demás sectores la proporción se sacó sólo para el caso de las Exportaciones (*EX*) y para el Consumo Privado (*CP*) ya que los demás fueron obtenidos de manera directa de la información proporcionada por el censo económico de 2003.

10. En el caso del Consumo Intermedio (*CI*) de los cultivos, este se obtuvo a partir de la multiplicación de cada uno de los rubros del costo de producción por hectárea por la superficie sembrada para cada cultivo, obteniendo con ello los montos de transacciones por concepto de adquisición de insumos que los distintos cultivos realizan con los demás sectores de actividad así como los insumos importados, los cuales se calcularon bajo la lógica de los insumos que no son producidos en la región deben ser importados evidentemente. Debe mencionarse que la parte de los insumos que se le compran al sector comercio son contabilizados solamente a través de los respectivos márgenes de comercialización que se obtuvieron del censo económico nacional para cada rubro del costo de producción, es por eso que el valor de los insumos que son en su mayoría importados se cargaron al sector comercio y no precisamente a cada cultivo.
11. De esta forma es que se llega a la obtención de la matriz de transacciones domésticas de la Región Tierra Caliente del Estado de Michoacán a precios corrientes de productor. Deduciéndose por consiguiente un cuadro adjunto denominado matriz de Coeficientes Técnicos la cual se obtiene de dividir cada elemento  $a_{ij}$  de la matriz de transacciones entre el total del Valor Bruto de la Producción (*VBP*), debiendo ser la suma de estos coeficientes igual 1.
12. De manera adicional se estimó la matriz de Insumo-Producto para el Estado de Michoacán, sólo como complemento al presente trabajo, por lo que su presentación en este trabajo es solo un mero complemento.

La aplicación de la metodología descrita en este capítulo fue a través del paquete computacional de Office Excel que en gran parte de la estimación mostró tener muchas limitantes para la productividad del trabajo, por lo que se hizo necesario buscar otro tipo de software y sólo se consiguió el MatLab (Matrix Laboratory), sin embargo, no pudo ser el sustituto ideal dado que su manejo es todavía más complejo que el software utilizado, esta situación

implicaba una capacitación especial para el manejo de dicho paquete de software y dadas las restricciones de tiempo del proyecto de investigación no se pudo llevar a cabo dicha capacitación.

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Este capítulo presenta los cuadros de transacciones domésticas de la región Tierra Caliente de Michoacán con su respectivo cuadro de coeficientes técnicos como consecuencia de la aplicación de la metodología descrita en el capítulo III.

#### **4.1. Matriz de Transacciones Domésticas de la Región Tierra Caliente del Estado de Michoacán 2003.**

Aquí se presenta la matriz de transacciones domésticas estimada para la región Tierra Caliente de Michoacán, donde a diferencia de una matriz de transacciones totales ésta separa la compra-venta de bienes y servicios según su origen nacional o importado, en este caso los insumos o productos de la región o que son comprados o vendidos a otras regiones, que para el caso de este estudio el sector exterior lo representa el resto del estado de Michoacán, la república mexicana y el extranjero. De esta manera se presentan las importaciones realizadas en un renglón de la matriz sin señalar el sector de actividad donde se originan dichos insumos. Mientras que de la misma forma queda separada la Demanda Final (*DF*) de bienes y servicios producidos internamente y los que son importados.

Al aislarse las importaciones del conjunto de transacciones se pone énfasis en la distribución de la oferta y la composición de la demanda según su origen interno o externo, subordinándose el origen sectorial de los bienes y

servicios comerciados. Esto permite identificar las relaciones de compra-venta entre los sectores productivos internos de la región dentro del conjunto de transacciones. Debido a que esta forma de ordenamiento de la información articula de manera diferente a los oferentes y demandantes, el contenido conceptual de las submatrices que conforman la matriz de transacciones domésticas difiere del de aquellas que integran la de transacciones totales.

- a) La submatriz de de transacciones intersectoriales asienta el conjunto de compras y ventas efectuadas entre los sectores productivos nacionales consumidos como insumos durante el mismo año en que son producidos, registra las relaciones de demanda y oferta que ejercen anualmente entre sí los sectores productivos domésticos. Los renglones muestran la distribución de la oferta de origen interno orientada a satisfacer la demanda intermedia; las columnas, las compras totales de bienes y servicios internos destinados al consumo intermedio de los sectores productivos nacionales.
- b) La submatriz de demanda final de productos internos contiene el total de flujos de bienes y servicios internos destinados a satisfacer la demanda final, tanto interna como del sector externo. Muestra, por lo tanto, las relaciones entre los sectores productivos nacionales y los distintos grupos de consumidores finales. Los renglones registran la distribución de la oferta de origen interno entre los distintos tipos de demanda final; las columnas, las compras de distintas variedades de bienes y servicios nacionales por parte de los diferentes tipos de consumidores.
- c) La submatriz de insumos no intermedios incluye las transacciones de los insumos importados, que no son producidos dentro del propio sistema. Por lo tanto, además de los renglones correspondientes a cada tipo de insumo no intermedio, contiene un renglón adicional con el valor de los insumos totales importados por cada sector sin precisar su sector de origen. Las columnas muestran, además del valor agregado bruto de cada sector productivo, el valor de los insumos

importados.

MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO DESAGREGADA DEL SECTOR AGRÍCOLA PARA						
TRANSACCIONES DOMÉSTICAS A P						
PESOS CORRIEN						
DEMANDA INTERMEDIA						
Otros Productos Alimenticios	Refrescos Embotellados	Otras Industrias Textiles	Prendas de Vestir	Cuero y sus Productos	Aserradero Incluso Triplay	Otras Industrias de la Madera
21	22	23	24	25	26	27
0	0	0	0	0	0	0
358,872.30	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

d) La submatriz de insumos no intermedios ligados directamente a la demanda final incluye, además de las remuneraciones recibidas por los propietarios de insumos no intermedios por parte de los consumidores finales, un renglón adicional que contiene las importaciones de bienes finales para los sectores privado y gubernamental, de bienes de capital fijo, así como las importaciones destinadas a la reexportación y a la acumulación de existencias.

#### 4.2. Matriz de Coeficientes Técnicos

La matriz de Coeficientes Técnicos en lugar de mostrar las transacciones intersectoriales (compras y ventas) en montos monetarios, muestran la proporción gastada por el sector  $j$  en insumos provenientes del sector  $i$ . La interpretación para el caso de la matriz de la región Tierra Caliente, es la siguiente, en el cultivo del aguacate, por ejemplo, por cada peso de valor de su

producción éste compra 10 centavos de su propio sector o cultivo, 9 centavos al sector comercio, 6 centavos a servicios profesionales, electricidad y otros servicios, 19 centavos son por insumos importados y el resto a la remuneración de asalariados.

El propósito de estos coeficientes es determinar qué tamaño debe tener el valor bruto de la producción de cada sector para hacer frente a la demanda intersectorial y a la demanda final.

<b>MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS DE LA MIP DE LA REGIÓN TIERRA CALIENTE D</b>						
Molienda de Nixtamal y Productos de Maíz	Elaboración de Azúcar	Otros Productos Alimenticios	Refrescos Embotellados	Otras Industrias Textiles	Prendas de Vestir	Cuero y sus Productos
19	20	21	22	23	24	25
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.266798	0.000000	0.020971	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.587666	0.071196	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La estimación de cuadros de Insumo-Producto regionales ha tenido relativa importancia para el diseño de políticas de desarrollo en el marco de la planeación económica regional. Utilizando para su construcción metodologías basadas en los principios metodológicos bajo los que se calculan las matrices nacionales, por lo que en la mayoría de los casos el análisis llega a ser de comparación entre la dinámica económica de una región con respecto la dinámica de la estructura económica de la nación. De esta manera se ha desarrollado una inmensa gama de métodos de estimación que buscan llenar los vacíos que dejan las metodologías precedentes pero que de todas maneras dejan espacio para nuevos perfeccionamientos. Es por eso que en esta investigación se menciona primero la base teórica del modelo de Insumo-Producto para luego mencionar las metodologías que han surgido para la estimación de cuadros regionales, donde destaca la metodología diseñada por Flegg et. al, que combina todas las metodologías que le anteceden para llegar al diseño de un método de cálculo más preciso en el ámbito regional, por lo que esta es, precisamente, la metodología utilizada en esta investigación, con la ligera variante que para llevar a cabo la desagregación de la rama de producción agrícola por cultivo se combina información de encuesta con dicho método indirecto de estimación.

Por otra parte, la región considerada en este trabajo de investigación permite observar que no es correcto emplear la misma metodología indirecta de estimación para regiones que tienen poca similitud con la dinámica estructural de la economía del país, ya que como se pudo observar, ésta región tiene como sector pivote la producción agrícola, situación que no se da a nivel nacional donde el pivote es representado por la industria manufacturera y el sector servicios. De esto se deriva el logro del objetivo de construir una matriz

de Insumo-Producto de la región que no mida la similitud de ésta con la economía nacional, sino más bien el grado de eslabonamiento que existe en la región con los sectores internos y externo, así como demostrar que no se puede planificar a partir de una matriz nacional o estatal las políticas de desarrollo de una región determinada dadas las peculiaridades que guarda cada región, situación que obliga, precisamente, a la estimación de cuadros de Insumo-Producto de estructuras económicas más pequeñas como lo son las regiones, e incluso, sería más recomendable poder estimar matrices a nivel municipal.

Ahora bien, la matriz estimada en este trabajo tiene ciertas limitaciones por los supuestos utilizados, ya que le restan cierta precisión a los datos ahí mostrados, además, el hecho de ser una matriz de transacciones domésticas no permite que se observen de manera clara las estructuras de costos de los sectores productivos, siendo esto más notorio en el caso de los cultivos. Sin embargo, pese a dichas limitaciones esta matriz puede servir para medir el grado en que influyen las importaciones en la producción, siendo para ello necesario estimar la matriz de requisitos directos e indirectos, así como para utilizar los coeficientes estimados en el diseño de planes de desarrollo económico de la región, lo cual es factible dado que el efecto de los supuestos usados no altera de manera significativa la aproximación a la realidad del modelo.

En resumen, la hipótesis de que a partir de una matriz de Insumo-Producto nacional se puede construir una matriz regional, es válida, siempre y cuando se utilicen los supuestos y ajustes metodológicos necesarios que aproximen lo más posible el modelo a la realidad. Además de que al utilizar como base la metodología de estimación de la matriz nacional se puede diseñar una metodología adecuada para la construcción de una matriz regional que puede ser utilizada para realizar proyecciones con las que se puede diseñar un plan de desarrollo económico.

En cuanto a recomendaciones, se sugiere que la metodología sea mejorada, siendo una posible ruta la estimación de la misma matriz de esta investigación bajo el enfoque de transacciones totales y hacer un comparativo de los resultados y poniendo énfasis en la claridad de los eslabonamientos que muestra uno y otro cuadro. Otra forma de mejorar la metodología sería volver a estimar esta matriz con base a información más reciente ya que en poco tiempo se va a tener la oportunidad de contar con la información del VIII censo agropecuario y forestal, así como el nuevo censo económico que tendrá datos de 2008, esta coincidencia de información puede ser aprovechada para hacer matrices regionales más actuales y con información más sincronizada. Y finalmente otra forma de mejorar la metodología sería diseñar métodos indirectos que estimen matrices regionales comprobando su validez a través de pruebas estadísticas o matemáticas, es decir, poder estimar el grado de confiabilidad de los modelos.

Por último, es recomendable que la presente matriz sea complementada con una matriz de requisitos directos e indirectos que sirva para hacer una serie de proyecciones para establecer escenarios de lo que pudiera suceder, por ejemplo, ante un cambio en la demanda final de un producto agrícola, además de diseñar estrategias de política encaminadas al desarrollo económico de la región y lo más importante, desde mi punto de vista, poder diseñar estrategias de sustitución de insumos importados bajo un previo análisis de factibilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Cantú Vásquez, Antonio Nohé. Matriz Insumo-Producto para el estado de Coahuila. Tesis de maestría de la Universidad Autónoma de Coahuila. 1998. México.

Chiang, Alpha, C. Métodos fundamentales de economía matemática. Editorial Amorrortu Editores. 1971. Primera edición. pp 129-136.

Chenery, Hollis, B. et. al. Economía interindustrial insumo producto y programación lineal. Editorial: Fondo de Cultura Económica. 1964. Segunda edición. pp 25-68.

García Alba, Iduñate, María Mayela. Modelo regional de Insumo-Producto como fundamento para la planeación agropecuaria caso región lagunera. Tesis de maestría de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1991. México.

Haro García, Rodolfo de Jesús. Metodologías para la estimación matemática de la matriz de insumo-producto simétrica (a partir de las matrices de oferta y utilización asimétricas en una economía abierta). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). 2007. Primera edición.

Kozikowski, Zbigniew. Técnicas de planificación macroeconómica. Editorial Trillas. 1988. Primera Edición. pp 113-220.

Leontief, Wassily, et. al. El futuro de la economía mundial. Un estudio de las Naciones unidas. Editorial Siglo XXI. 1977. Primera edición. pp 149-156.

Mariña, Flores, Abelardo. Insumo-producto: aplicaciones básicas al análisis económico estructural. Editorial: Universidad autónoma metropolitana unidad azcapotzalco. 1993. Primera edición.

INEGI. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 2005. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

INEGI. Anuario estadístico de Michoacán de Ocampo. Edición 2005. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

INEGI. Anuario estadístico de comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2006. Edición 2007. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

INEGI. Censos económicos. Edición 2004. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

INEGI. VII Censo agrícola y ejidal. Edición 1991. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

SAGARPA. Anuario estadístico de producción agrícola y pecuaria del estado de Michoacán. Edición 2004. Disponible en: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

SPP. Modelo de insumo-producto 2. Bases teóricas y aplicaciones especiales, serie de lecturas I. SPP. 1981. México. pp 179-194.

SPP, BANXICO, PNUD. Matriz de insumo-producto de México año 1970 tomos: I, II y III. SPP, BANXICO, PNUD. 1970. México.

SIAP-SAGARPA. Seguimiento de costos de producción pecuaria y agrícola, por sistema producto (SISPRO-SECOPPA). Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/viocs/>

# **ANEXOS**

<b>ANEXO 1</b>						
No	SECTORES	Empleo Nacional	Empleo de la Región Tierra Caliente	RE/NE		
1	Agricultura	5,859,696	0	0.000000000		
2	Ganadería	885,768	4,312	0.004868092		
3	Silvicultura	68,136	332	0.004872608		
4	Caza y Pesca	176,923	217	0.001226522		
5	Carbón y Derivad	8,230	0	0.000000000		
6	Extracción de Pe	46,652	0	0.000000000		
7	Mineral de Hierr	4,607	0	0.000000000		
8	Minerales Metál	16,052	124	0.007724894		

**ANEXO 2**

**MATRIZ DE TRANSACCIONES DOMÉSTICAS NACIONAL, A PESOS, MULTIPLICADA POR ERj/EN**

Refinación de Petróleo	Petroquímica Básica	Química Básica	Abonos y Fertilizantes	Resinas Sintéticas, Plásticos y Fibras Artificiales	Productos Medicinales	Jabones, Detergentes, Perfumes y Cosméticos
33	34	35	36	37	38	39
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	90846.3443	0
0	0	0	0	1456357.72	17288532.2	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 3**

**MATRIZ DE COEFICIENTES DE LOCALIZACIÓN SIMPLE (SLQ)**

Refinación de Petróleo	Petroquímica Básica	Química Básica	Abonos y Fertilizantes	Resinas Sintéticas, Plásticos y Fibras Artificiales	Productos Medicinales	Jabones, Detergentes, Perfumes y Cosméticos
33	34	35	36	37	38	39
0	0	0	0	0	0	0.11334955

**ANEXO 4**

**MATRIZ DE COEFICIENTES DE INDUSTRIA CRUZADA (CILQ)**

Refinación de Petróleo	Petroquímica Básica	Química Básica	Abonos y Fertilizantes	Resinas Sintéticas, Plásticos y Fibras Artificiales	Productos Medicinales	Jabones, Detergentes, Perfumes y Cosméticos
33	34	35	36	37	38	39
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	47.9750454
0	0	0	0	0	0	48.0195491
0	0	0	0	0	0	12.087377
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 5**

**MATRIZ DE COEFICIENTES DE FLEGG PARA LA REGIÓN TIERRA CALIENTE DEL EST**

Papel y Cartón	Imprentas y Editoriales	Refinación de Petróleo	Petroquímica Básica	Química Básica	Abonos y Fertilizantes	Resinas Sintéticas, Plásticos y Fibras Artificiales
31	32	33	34	35	36	37
0	0	0	0	0	0	0
207.263315	10.3313125	0	0	0	0	0
207.455581	10.3408963	0	0	0	0	0
52.2202699	2.60298803	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

