

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

**“DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTOS, ESTRATEGIA
DE INTEGRACIÓN DEL SECTOR PRIMARIO
A REDES DE VALOR: CASO MICHOACÁN”**

**TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN
ECONOMÍA DEL DESARROLLO RURAL**

PRESENTA:

JOSÉ FELICIANO GALVÁN TOVAR



Chapingo, México Noviembre del 2001.



BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

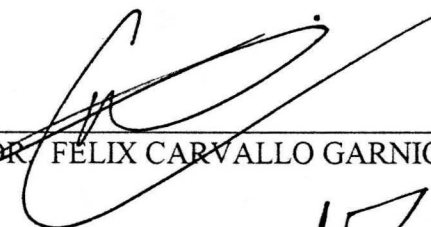
Bib. 96657

DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTOS ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DEL SECTOR PRIMARIO A REDES DE VALOR: CASO MICHOACÁN

Tesis realizada por **José Feliciano Galván Tovar** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

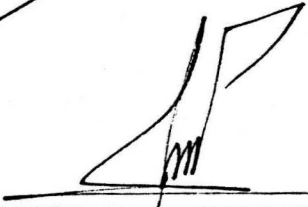
MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO RURAL

DIRECTOR:



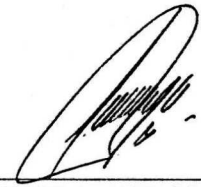
DR. FELIX CARVALLO GARNICA

ASESOR:



DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ

ASESOR:



M.C. PERLA ARROYO SALAZAR

A-38864

DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTOS ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DEL SECTOR PRIMARIO A REDES DE VALOR: CASO MICHOACÁN

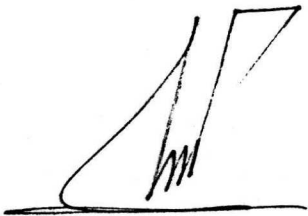
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **José Feliciano Galván Tovar** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



DR. FELIX CARVALLO GARNICA

ASESOR:



DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ

ASESOR:



M.C. PERLA ARROYO SALAZAR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a mis padres:

Marcos Galván Corona

y

Caritina Tovar Martínez

Por haberme dado la vida, su comprensión, su amor, dedicación y sacrificio.

Gracias por creer en mí y por impulsarme a seguir adelante.

A mis hermanos:

Marcos, porque durante todo este tiempo se que he contado contigo, en cualquier situación y momento ahí estas.

Sabino, Florencia, Martín, Isabel, José María y María de la Luz

Por alentarme a seguir adelante, por su apoyo incondicional.

A Bris

Por tu amor y comprensión y todo lo que hemos vivido.

A todos los amigos:

Salvador, J. José Palma, J. Guadalupe Benítez, Margarita Reyes, y todos aquellos que de alguna u otro manera hemos compartido momentos de alegría.

José Felciano Galván Tovar

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el financiamiento otorgado a mis estudios de Posgrado.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, en especial a la División de Ciencias Económico Administrativas, por las valiosas lecciones que en ella adquirí.

A **FIRA**, Banco de México por su colaboración en la presente investigación.

Al **Dr. Felix R. Carvallo Garnica**, por su valiosa dirección en la realización de este trabajo.

Al **Dr. Marcos Portillo Vázquez**, por sus sugerencias y comentarios para la realización de la presente investigación.

A **M.C. Perla Arroyo Salazar**, por sus sugerencias y apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

Al **Dr. José Antonio Avila Dorantes**, por sus sabios consejos durante mi estancia en el Posgrado.

A todos ellos, ¡¡ mil gracias!!

José Feliciano Galván Tovar

RESUMEN

JOSÉ FELICIANO GALVÁN TOVAR

DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTOS ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DEL SECTOR PRIMARIO A REDES DE VALOR: CASO MICHOACÁN

(Noviembre 2001)

(Bajo la dirección del Dr. Félix Carvallo Garnica)

En la actualidad, las condiciones de mercado han cambiado respecto al pasado, antes sólo se producía, sin importar la cantidad y calidad obtenidas. La nueva economía abre la posibilidad de que el productor primario se engarce a la agroindustria, para ello se construyó un modelo de programación lineal que simula los distintos escenarios que nos permite evaluar o medir las posibles áreas de oportunidad en las que convendría trabajar. De la solución del modelo se desprende que las condiciones de precios, costos y rendimientos, así como de la disponibilidad de tierra y de mercado, en el estado de Michoacán, surge la posibilidad de organizar la producción de tal forma que se diferencia el precio del aguacate por variedad y tamaño se generen 1,504,558,889.85 pesos superior al valor agregado del modelo genérico. Ahora es importante hacer la diferenciación de los productos genéricos para entrar en el nuevo entorno mundial.

PALABRAS CLAVE: Red de Valor, Programación Lineal, Diferenciación de Productos,
Michoacán.

ABSTRACT

JOSÉ FELICIANO GALVÁN TOVAR

DIFFERENTIATION OF PRODUCTS STRATEGY OF INTEGRATION OF THE PRIMARY SECTOR TO VALUE NETWORKS: CASE MICHOACÁN

(November 2001)

(Under the direction of Dr. Félix Carvallo Garnica)

At the present, market conditions have changed with respect to the past. Before, one just produced without taking into account the quantity or quality obtained. The new economy opens up the possibility that a primary producer link up with agricultural industries. For that reason, a linear programming model which simulates different scenarios was designed in order to evaluate or measure possible areas of opportunity in which it would be beneficial to work in. From the solution model, it was considered that price conditions, costs and yields as well as availability of land and markets in the state of Michoacan suggest the possibility of organizing production in such a way that the price of the avocado for variety differs and size is generated 1,504,558,889.85 pesos superior to the value added of the generic model. Now it is important make the

differentiation of the generic products in order to enter in the new worldwide environment.

INDEX WORDS: Value networks, linear programming, differentiated products, Michoacan.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS	4
HIPÓTESIS	4
METODOLOGÍA	5
 I. LA NUEVA ECONOMÍA	8
1.1. Las características de la nueva economía	9
1.2. Redes de valor	13
1.3. Las condiciones para engarzarse al eje dinámico de la nueva economía	16
 II. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE MICHOACAN	20
2.1. Ubicación	20
2.2. Características económicas y sociales	21
2.2.1. Distribución poblacional	22
2.2.2. Distribución de ingresos	22
2.2.3. Uso del suelo	22
2.2.4. Disponibilidad de agua	24
2.2.5. Participación del sector real, actuales y potenciales por actividad (primaria, industria y comercio)	25
2.2.6. Organizaciones de productores en operación (1999)	26
2.3. Análisis de redes	28
2.3.1. Superficie cosechada por año agrícola en el estado de Michoacán (hectáreas)	29
2.3.2. Precios, rendimientos y valor de la producción	29
2.3.3. Principales líneas de producción en el estado de Michoacán (año 1999)	30
2.3.4. Principales oportunidades	30
2.4. Diagnóstico de la red mango	32
2.4.1. Tendencias	32
2.4.2. Tendencias de consumo	33
2.4.3. Tendencias tecnológicas	34
2.4.4. Legislación y programas gubernamentales	35
2.4.5. Posibilidades de crecimiento	35
2.4.6. Grado de integración	35
2.4.7. Nivel de organización de los participantes	35
2.4.8. Nivel tecnológico de los participantes	36
2.4.9. Factores de competitividad	36

2.4.10. Cuellos de botella en la cadena	36
2.4.11. Oportunidades de negocio	36
2.4.12. Conclusiones del diagnóstico	37
III. PROGRAMACIÓN LINEAL	38
3.1. Modelo	40
3.2. Aplicación y usos	41
3.3. Limitación de la Programación Lineal	41
3.4. Importancia de la Programación Lineal	41
3.5. La optimización, minimización y maximización	42
3.6. Formulación del modelo	43
3.7. Supuestos del modelo de Programación Lineal	45
3.8. Solución de un Problema de Programación Lineal	46
3.9. Métodos de solución	47
3.9.1. El método gráfico	47
3.9.2. El método simplex	47
3.9.3. El método de computo electrónico	49
3.10. Estructura general de la Programación Lineal	49
3.11. Terminología de los modelos de Programación Lineal	52
IV. MODELO DE OPTIMIZACIÓN	53
4.1. Formulación del modelo	53
4.1.1. Función objetivo	53
4.1.1.1. Las actividades o variables	54
4.1.1.2. Precios netos	54
4.1.2. El conjunto de restricciones	54
4.1.3. Coeficientes técnicos	55
4.1.4. Condiciones de no negatividad	55
4.2. Método de solución	55
4.3. Modelo genérico	56
4.3.1. Información que contiene el modelo	56
4.3.2. Resultados del modelo	57
4.4. Modelo Diferenciado	63
4.4.1. Diagnóstico de la red Aguacate	63
4.4.1.1. Origen del Aguacate	63
4.4.1.1.1 Razas	65
4.4.1.1.2. Variedades que se cultivan en México	66
4.4.1.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos	66
4.4.1.2. Características químicas y nutricionales	68
4.4.1.2.1. Valor nutricional del Aguacate	68
4.4.1.2.2. Composición química del Aguacate	70
4.4.1.2.3. Usos del Aguacate	71
4.4.1.3. Características de la producción de Aguacate	72
4.4.1.4. Tendencias	75
4.4.1.5. Producción en Michoacán	77
4.4.1.6. Tendencias del consumo	77
4.4.1.7. Conocimiento de los cliente actuales y potenciales	78

4.4.1.8. Frentes tecnológicos requeridos	80
4.4.1.9. Intermediarios tecnológicos	80
4.4.1.10. Legislación y programas gubernamentales	81
4.4.1.11. Posibilidades de crecimientos	82
4.4.1.12. Grado de integración	82
4.4.1.13. Nivel tecnológico de los participantes	82
4.4.1.14. Factores de la competitividad	83
4.4.1.15. Cuellos de botella en la cadena	83
4.4.1.16. Oportunidades de negocio	84
4.4.2. Diferenciación del Aguacate	85
4.5. Información que contiene el modelo Diferenciado	86
4.6. Resultados del modelo Diferenciado	87
4.7. Análisis de resultados	93
V. CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	97

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Distribución poblacional	22
Cuadro 2. Distribución de ingresos	22
Cuadro 3. Superficie estatal por uso del suelo	23
Cuadro 4. Superficie total en el estado de Michoacán	25
Cuadro 5. Número de productores	25
Cuadro 6. Organizaciones de productores	26
Cuadro 7. Determinación de necesidades de organización y capacitación	28
Cuadro 8. Superficie cosechada por año agrícola en Michoacán (Has.)	29
Cuadro 9. Principales líneas de producción en el estado de Michoacán (Año 1999)	30
Cuadro 10. Información sobre actividades de producción	56
Cuadro 11. Información sobre actividades de venta	56
Cuadro 12. Resultados óptimos	57
Cuadro 13. Utilización de recursos y precios sombra (solución)	58
Cuadro 14. Situación del mercado y precios sombra (solución)	59
Cuadro 15. Descripción botánica del Aguacate	63
Cuadro 16. Composición alimenticia del Aguacate por razas (100 g de pulpa)	70
Cuadro 17. Composición alimenticia del Aguacate en híbridos (%)	70
Cuadro 18. Valor nutritivo del aguacate (100 g. peso neto)	70
Cuadro 19. Otros componentes importantes del Aguacate	71
Cuadro 20. Contenido de elementos nutritivos de algunas variedades de Aguacate	71
Cuadro 21. Valor energético del Aguacate, comparado con otros alimentos de mayor consumo	71
Cuadro 22. Inventarios y producción	78
Cuadro 23. Empresas líderes en procesamiento y comercialización (empacadoras)	79
Cuadro 24. Información sobre actividades de producción en el modelo Diferenciado	86
Cuadro 25. Información sobre actividades de venta en el modelo Diferenciado	86
Cuadro 26. Resultados óptimos en el modelo Diferenciado	87
Cuadro 27. Utilización de recursos y precios sombra (solución) en el modelo Diferenciado	88
Cuadro 28. Situación del mercado y precios sombra (solución) en el modelo Diferenciado	89

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. La Vieja Cadena Productiva	13
Figura 2. La Nueva Red de Valor	16
Figura 3. Red de valor del yogurt	19
Figura 4. El estado de Michoacán	20
Figura 5. Gráfica de superficie óptima a sembrarse en el modelo genérico	60
Figura 6. Gráfica de producción óptima en el modelo genérico	61
Figura 7. Gráfica del valor agregado en el modelo genérico	62
Figura 8. Gráfica de superficie sembrada en el modelo en el modelo Diferenciado	90
Figura 9. Gráfica de producción en el modelo Diferenciado	91
Figura 10. Gráfica del valor agregado en el modelo Diferenciado	92

INTRODUCCION

Durante los últimos años, México ha vivido una serie de cambios económicos que buscan transitar de una economía cerrada a una que funcione en un ambiente de precios de mercado, dichos cambios los podemos agrupar en dos grandes bloques: por un lado la apertura del país al comercio internacional y por otro, un proceso interno de desregulación de las actividades económicas.

La finalidad que se busca con tal orientación de la economía, es que el patrón productivo nacional se configure conforme las ventajas comparativas que presenten la producción nacional de bienes; esto propiciara que la formación de precios internos de los bienes estará en función de la productividad nacional; lo que significa que produciríamos aquellos bienes en los que seamos competitivos ante el mundo e importaremos aquellos que sea más barato comprarlos en el mercado internacional a producirlos internamente¹. Uno de los objetivos de la presente investigación, es modelar a través de la programación matemática una serie de alternativas, que busque la competitividad de productos a nivel estado optimizando los recursos.

Es por ello que la planificación toma un papel importante para la toma de decisiones y define un periodo suficientemente prolongado de 15 a 20 años, trazando los correspondientes lineamientos estratégicos, que permitan diseñar planes a mediano plazo, en que se determine cual será la participación directa en las tareas del desarrollo y

¹ Consejo Nacional Agropecuario, 1994. Oportunidades y estrategias para el desarrollo regional del sector agropecuario mexicano.

se establezcan diversas medidas para que los empresarios agrícolas orienten sus decisiones de acuerdo a los objetivos y metas nacionales. Esto reduce sensiblemente el grado de incertidumbre de las decisiones privadas, permitiendo que concuerden con las líneas de desarrollo nacional y del agropecuario en particular.

La planificación facilita el adecuado diseño y la ejecución de reformas estructurales, esto es, cambios en la estructura empresarial agropecuaria como tamaño, especialización productiva, etc., así como en los tipos de empresarios y las formas de producción, igualmente se reconoce la exigencia de regular o controlar las relaciones de las empresas de comercialización de productos e insumos y las de financiamiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En la actualidad, las condiciones de mercado han cambiado respecto al pasado, antes sólo se producía sin importar la cantidad y calidad, todo lo que se ofertaba, se vendía, pero con la apertura comercial y la desaparición gradual de la participación del estado en la agricultura, surgen las preguntas económicas de cuánto producir?, cómo producir?, y lo más importante para quién producir?, es decir, determinar cuál es el comportamiento de la producción agropecuaria y del consumidor aun antes de la siembra, si es conveniente sembrar un producto y sobre todo, tomar en cuenta las condiciones de mercado como la oferta y la demanda.

Es aquí donde radica la importancia del trabajo, los productores no cuentan con instrumentos de planeación que les permita captar las dimensiones de un mercado abierto a la toma de decisiones. El tipo de planeación utilizada es la llamada indicativa, es decir, se determina por las condiciones de mercado sin darse cuenta que todavía más allá se encuentran los pequeños grupos de consumidores dispuestos a pagar un mayor

precio por la diferenciación del producto (variedad, tamaño, conservación de medio ambiente, salud, higiene, etc.) que satisfaga su demanda. Es decir, se están buscando oportunidades para el desarrollo rural, ante esta nueva situación, donde los precios de los productos no diferenciados (commodities) están cayendo, la rentabilidad ya no es suficiente y la mano de obra que antes abundaba empieza a ser escasa y por lo tanto a un mayor precio.

La nueva economía abarca y afecta a todos los sectores, incluyendo: alimentos, textiles, madera, pesca, celulosa y principalmente, nuevos productos, nuevos materiales y nuevos servicios que directa o indirectamente involucran al sector agrícola, ganadero, forestal y pesquero. Valga mencionar que estos sectores tradicionales, en unos años tendrán que ser redefinidos, ya que lo nuevo no encaja adecuadamente en las definiciones tradicionales.

Lo anterior significa que la nueva economía abre la posibilidad de que el productor primario se engarce a ella.

Es cierto que el sector rural en México, como en muchos países, tiene enormes rezagos en educación, tecnología, organización, integración e infraestructura. Pero también es cierto, que la nueva economía no requiere que el sector agropecuario pase por todas las etapas que el desarrollo económico tradicional. El sector agrícola, ganadero, forestal y pesquero puede emparejar una etapa más avanzada del desarrollo, si logra engarzarse al eje dinámico, que consiste en flujo de nueva información, generación de conocimiento y producción de bienes y servicios, a los que el mercado les reconoce alto valor agregado².

² Brambila Paz J. La nueva economía oportunidad histórica para el productor primario.

OBJETIVOS

GENERAL

Modelar a través de la programación matemática una serie de alternativas, que busquen la competitividad de productos a nivel estado optimizando los recursos, y haciendo uso de las redes de valor.

ESPECÍFICOS

- Proponer una metodología de análisis de las principales líneas de producción del estado de Michoacán, en un concepto de planeación estatal.
- Analizar las principales redes del Estado.
- Demostrar la capacidad de la programación matemática para funcionar como instrumento integrado de todos los elementos que participan en la planeación.
- Crear un instrumento que pueda presentarse de tal forma que sea accesible a la toma de decisiones a nivel gerencial.

HIPÓTESIS

- El análisis se puede llevar a cabo tomando el 80% de los principales productos que explique el total del valor de la producción en el Estado.
- Una alternativa de producción, es la diferenciación de productos, los productores ya no deben producir commodities.
- La planeación tiene sentido sólo si se maneja en forma integral de tal forma que capture tanto las condiciones tecnológicas como económicas de la producción. Una forma de llevarlo a cabo es a través de la planeación y la programación matemática.

METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo la presente investigación para el estado de Michoacán, se siguieron las siguientes etapas metodológicas:

1. La primera etapa inicia con una amplia revisión bibliográfica, para conocer la situación agropecuaria y socioeconómica que guarda el estado de Michoacán.
2. La segunda etapa es un análisis de las redes más importantes del Estado, para así hacer un análisis de la red más importante para diferenciarla.
3. La tercera etapa es la construcción de un modelo de programación lineal, utilizando la información del análisis de las redes.

Primera etapa

El estudio se llevó a cabo a nivel entidad federativa, se seleccionó el estado de Michoacán por ser uno de los más importantes en la actividad agropecuaria, junto con Chiapas, Veracruz, Chihuahua y Sinaloa, que representan la mayor parte de la producción nacional.

La metodología que se sigue para sistematizar la información con la revisión bibliográfica a través de todo tipo de documentos relacionados con el sector agropecuario más importantes de Michoacán, es de acuerdo a los siguientes puntos:

- Identificar los productos primarios que más aportan al valor agregado estatal y nacional (PIB, Producto Interno Bruto), superficie sembrada, superficie cosechada, producción, precio medio rural, su localización, tendencia, problemática actual y futura, competitividad y rentabilidad.
- Características demográficas y potencial productivo.
- Identificar la fuente de recursos económicos, PROCAMPO, remesas de emigrantes.

- Rutas comerciales y movimientos de la población.
- Los niveles de educación y preparación de la población en el Estado.
- Reconocer el estado que guardan las diferentes redes.
- Conocer la problemática de sus principales productos.

Segunda etapa

Siguiendo el curso lógico del eje fundamental de la nueva economía, después de tener organizado el flujo de información, lo siguiente fue generar conocimiento, por lo que se señalan algunos puntos importantes para hacer el análisis de las redes del estado de Michoacán.

Para ello, los sistemas de información deben orientarse a responder preguntas como las siguientes:

- a. ¿Dónde hay una oportunidad de inversión?
- b. ¿Cómo se distribuye el valor agregado?
- c. ¿Cómo se adecua la red a cambios en el entorno?
- d. ¿Cómo se integra el productor primario a la red?
- e. Conocer la problemática de cada red.
- f. Conocer la situación del Estado, nacional y mundial que guarda cada red.
- g. Localizar las redes en dónde hay potencial para reducir costos y elevar el rendimiento, tomando en cuenta las características de la nueva economía.

Tercera etapa

La construcción del modelo se hizo tomando en cuenta las variables más importantes como rendimiento, superficie sembrada, superficie cosechada, producción, valor de la producción, precio medio rural, costos.

Posteriormente se pasó a la realización del modelo a través de las técnicas de Programación Lineal y se utilizó el programa computacional Lindo, en el cual se corrió el modelo en donde se simulaban las redes de valor de los productos más importantes para Michoacán, para el año 1998, es un modelo sencillo, no es por ciclos agrícolas y la visión con la que realizó es estatal y no por productor.

Dado que se trata de un estudio para el estado de Michoacán, para la presente investigación se construyó un modelo genérico en el que se toman los productos que representen el 80% del valor de la producción. Después se construyó uno nuevo en el que contenga diferenciación de productos o en el que se le incluya valor agregado a tal producto.

Se utilizó un modelo de Programación Lineal, ya que en el se pueden medir los efectos en el cambio de alguna variable, además de que es el que es el adecuado para la información disponible y es un buen instrumento para las redes de valor por su rapidez y su facilidad de usar. Se realizaron dos modelos, el primero en el que se sigue con los genéricos (commodities) y el segundo modelo incluyéndole la diferenciación del aguacate de acuerdo a la nueva economía.

A través de la estática comparativa se determinó si la diferenciación de los dos modelos en relación al valor agregado agropecuario que se obtiene al usar una red de valor y englobarlo dentro de la nueva economía, y así obtener en que líneas tiene más impacto y se identificaron las áreas en las que valdría la pena trabajar así mismo dar opciones de acción a seguir.

I. LA NUEVA ECONOMÍA³

Las décadas por venir serán caracterizadas como el periodo histórico que formó las bases de una nueva economía y que dio la oportunidad al sector agropecuario de emparejarse al desarrollo.

La última década del siglo XX se ha caracterizado por los enormes avances en la ciencia y tecnología que han cambiado nuestra forma de vida. Los avances o como algunos lo llaman “las revoluciones” en informática, computación, robótica, biotecnología e ingeniería genética, nos están impulsando al umbral de una nueva forma de vida o de una nueva civilización⁴. De hecho estos últimos diez años y posiblemente los próximos diez, van a ser recordados como el período histórico de la humanidad, donde en un tiempo relativamente corto se destruyeron más dogmas y paradigmas que en cualquier otra época. Los dogmas y paradigmas son la base que sostiene a una sociedad y, por lo general se van transformando lentamente. Pero en la época en que estamos viviendo, éstos rápidamente se destruyen y muy lentamente se están construyendo los nuevos.

Poco a poco se van generando nuevos conocimientos en casi todas las áreas y ciencias, lo que está provocando una diferente reorganización de nuestra economía⁵. Pero ya hay suficiente evidencia para reconocer que la gestación de esta nueva

³ Este capítulo se basa en un programa de investigación de FIRA, por Brambila Paz J.

⁴ Civilización: Conjunto de caracteres propios de la vida intelectual, artística, moral y material de una sociedad.

⁵ Economía: Conjunto de actividades de una colectividad humana relativas a la producción y consumo de la riqueza generada.

economía, tiene nuevas reglas, nuevas formas, nuevo marco jurídico y principalmente, nuevos participantes.

Esta nueva economía está fundamentada en un eje dinámico formado por: la captación de nueva información, la capacidad de transformarla en conocimiento y la habilidad de convertir éste en productos o servicios a los que el mercado les asigna un alto valor. Lo anterior no significa que la economía “tradicional” desaparezca totalmente, por el contrario, seguirá siendo por varios años la parte dominante del producto interno bruto de un país. Pero la nueva economía es y será la parte más dinámica, la que genere el mayor valor agregado y otorgue la mayor rentabilidad.

1.1. Las características de la nueva economía

La oportunidad de poder emparejar al sector agropecuario en la nueva economía, parte de conocer y entender las peculiaridades de ésta. Entender sus tendencias, sus nuevas reglas, nuevas formas y nuevos participantes, permitirá encontrar la forma de engarzarnos.

- **Competencia global por los mercados.** En la nueva economía se compite por todos los mercados, esto es, nacionales y extranjeros. Los productos hechos en diversos países se encuentran en el mercado nacional, como los productos nacionales se deben encontrar en cualquier parte del mundo. También lo global implica que lo que suceda en un país afecta al resto del mundo en forma favorable o desfavorable. La globalización incluye el proceso de integración de mercados en bloques y la reorganización de mercados regionales. Para ejemplificar todas estas tendencias, permítase mencionar el caso de la cerveza y tequila mexicanos, que se encuentran en casi cualquier parte del mundo, pero reconocidos por marca “Corona” y “Sauza”. En

el caso de fenómenos locales que afectan al resto, podemos mencionar la producción de maíz en China, que es básicamente de temporal: un buen año en China, y se desploman los precios del genérico maíz. En integración de bloque, basta mencionar la Unión Europea, el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, aunque la formación de bloques no excluye el intercambio comercial y financiero entre ellos. La integración de mercados regionales, implica que los mercados naturales se integren, como el noroeste mexicano con el suroeste de los Estados Unidos de América.

- **Cambio constante de las cualidades demográficas y sociales de los mercados.**

Como se mencionó, el cambio de dogmas y paradigmas es una constante de la nueva economía, por tanto, la población y su forma de vida, también están cambiando. Un ejemplo, ahora constantemente repetido, es el acelerado proceso al “envejecimiento” de la población que implica cambios profundos en la economía y nuestra forma de vida. También, es de mucho impacto, el cambio en las costumbres de las familias. Cada vez son más las mujeres que se incorporan a la fuerza laboral y, por lo mismo, tienen menos tiempo para dedicarse a la cocina; cada vez la familia exige productos más elaborados, que requieren menos tiempo para ser servidos. El cambio de costumbre, es una tendencia que abre posibilidades de negocio para la industria de alimentos, textil, nuevos productos, y esto implica oportunidades para el productor primario.

- **Creciente conciencia por proteger los recursos naturales.** Las sociedades son cada vez más conscientes de que la forma en que producimos y consumimos, conlleva una gran destrucción de los recursos naturales: suelos, agua, aire, flora y

fauna. De hecho, en algunos países se hace conciencia de que los recursos naturales son un “préstamo” que nos hacen generaciones futuras y hay que “devolverlos”. Esto está provocando que el mercado castigue o premie vía precio, a la producción y el consumo que proteja y regenere los recursos naturales.

- **Mayor exigencia en las cualidades de los alimentos.** La población cada vez está más en contacto con la información vía televisión, teléfono, internet. Esto está provocando que exija más “calidad” en sus alimentos. Se exigen productos con más propiedades nutricionales, con más sabor, más color, más seguridad-inocuidad.
- **Mayor uso y abuso de patentes para protección de la propiedad intelectual.** Ante la producción de nuevos productos que se generen en la nueva economía, se requiere de proteger la propiedad intelectual. Con más razón, si la nueva economía está fundamentada en la generación de conocimiento. Así, el registro de patentes, es algo que esta en explosión, en particular con las empresas que se dedican a las “ciencias de la vida”: Monsanto, Bayer, Dupont, entre otros. Aunque se están registrando muchos abusos de patentes para productos y plantas, que por siglos han sido de uso común en alguna región y ahora alguien los patenta, esperando recibir un pago sin mayor esfuerzo.
- **La baja permanente de los precios de los productos genéricos.** En inglés se les nombra “commodities”. Los productos genéricos, “commodities”, han agudizado su tendencia a bajar precios, por la entrada al mercado mundial de la producción de los países exsocialistas, de China y cada vez más de la India. Además del constante avance de la tecnología, que reduce costos y aumenta rendimientos, como el caso de

la biotecnología, de la micropropagación, entre otros. Los más presionados a la baja de precios son: maíz, trigo, sorgo, soya, café, azúcar, leche, carne, huevo y celulosa.

- **La búsqueda por diferenciar el producto para el consumidor final y a lo largo de la red, entre producto y consumidor.** Esto es una gran oportunidad para todos los participantes en la red, ya que la diferenciación requiere información-conocimiento-producto o servicios diferenciados. La diferenciación del producto, que el mercado reconoce pagando un sobreprecio con relación al genérico, es una enorme oportunidad para el productor primario. La diferenciación del producto abarca desde cualidades nutricionales -mayor porcentaje de proteína, fibra, caloría- como de sabor, color, oportunidad-ventanas de tiempo-, tamaño. Ahora se busca diferenciar, cómo puede ser por propiedades especiales, como los “agrocéuticos”.
- **La formación de redes de valor para el genérico, pero con mayor dinamismo para productos específicos, como los de marca y de logotipo.** Se hace un uso de la subcontratación⁶ para lograr la flexibilidad y escala que la red requiere.
- **Uso intensivo de los avances técnicos para abaratar costos de transacción, comunicación, transporte y producción;** como son: el uso del e-business, del internet, de los portales, de los .com, de celulares con múltiples usos, del e.mail, del análisis satelital para conocer la situación climática y los avances de siembra y cosecha, como impactos de enfermedades, plagas, etc. A esto se le empieza a llamar “digitalización”.
- **La inversión para participar es grande y riesgosa, por lo general es multi-institucional y multinacional.** En la nueva economía se hará un mayor uso de alianzas, fusiones y asociación de empresas.

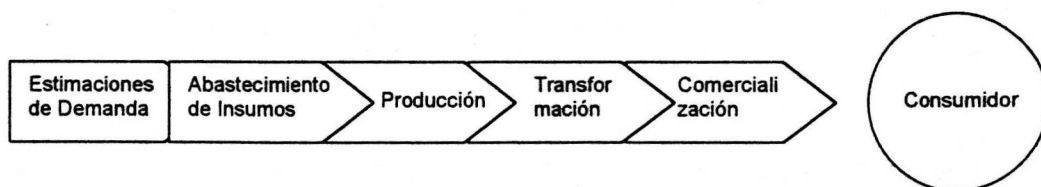
- **El requerimiento que el recurso humano que participe**, esté acostumbrado al uso de las nuevas técnicas; pero más que eso, al constante cambio de dogmas y de paradigmas, de costumbres, de forma de vida. Por ello, la nueva economía está siendo impulsada por jóvenes que ocupan los puestos de decisión, de innovación, de conocimiento, y que entiende la oportunidad real que significa engarzarse a ella.

1.2. Redes de Valor

Las redes de valor es un concepto de la nueva economía, porque reúne las características que ésta requiere para operar. El concepto de cadena productiva, sistema – producto, cadena de oferta, fue funcional cuando la economía la dirigía la oferta, y la mayoría de las economías estaban relativamente cerradas o muy protegidas. Estos conceptos y formas de trabajar en el mercado, ofrecían productos de una manera rígida, por lo que se convertían rápidamente en genéricos⁷, se manejaban altos inventarios, se competía por precio y empresa contra empresa; lo importante era tener una mayor participación en el mercado, y la información fluía de la producción hacia “arriba” agroindustria, comercializadora, tienda, consumidor.

Las cadenas se conceptualizaban como una línea recta:

Fig. 1. La vieja Cadena Productiva



Fuente: Bovet, David y Joseph, Martha. *Value Nets. Breaking the Supply Chain to Unlock Hidden Profits*. Wiley, 2000.

⁶ Subcontratación es la traducción que usamos para el “outsourcing”.

⁷ En inglés se dice “commodities”

La nueva economía tiene como punto de partida, el comportamiento del consumidor, en cualquier parte del mundo (globalización), sus tendencias (por ejemplo edad), sus gastos y preferencias, entre otros. A partir de ahí, se puede observar que la dinámica de la economía pasó al lado de la demanda y el qué producir, cómo producir, cuándo producir, lo va fijando el consumidor, quien está, en una etapa de transición, y por lo tanto, de cambio continuo. Es por ello, que ya no se puede seguir participando en el mercado en forma de cadena o sistema, es necesario organizarse y constituirse rápidamente en redes de valor que tienen las características siguientes:

- Parte de la satisfacción del consumidor, donde éste decide qué es lo que valora del producto que consume. El mismo producto tiene diferente valor, para diferentes consumidores, por diferentes razones.
- Para colocar un producto en el mercado, se requiere la participación de múltiples empresas y múltiples disciplinas. Piense por ejemplo, en un yogurt, cuántas empresas, productos y disciplinas participan para llevar ese producto a la mesa del consumidor. Participan desde los supermercados, el que elabora el empaque, la etiqueta, el logotipo, la tapa, el pegamento, hasta el productor de leche, azúcar, frutal, cereal, etc. Si alguno falla y el consumidor rechaza el producto, todos sufren las pérdidas.
- Como el consumidor está cambiando constantemente, se requiere de adecuar el producto, o darle nuevos usos, o tener nuevos productos, esto sólo se puede hacer participando en una red de valor que permite la flexibilidad suficiente para atender el mercado, mediante instrumentos como contratación, subcontratación, empresas

integradoras⁸, etc. Valga aclarar, que los cambios, aunque rápidos, no se dan en forma masiva en un sólo momento, por lo que hay que irse adecuando a como los consumidores van exigiendo el producto.

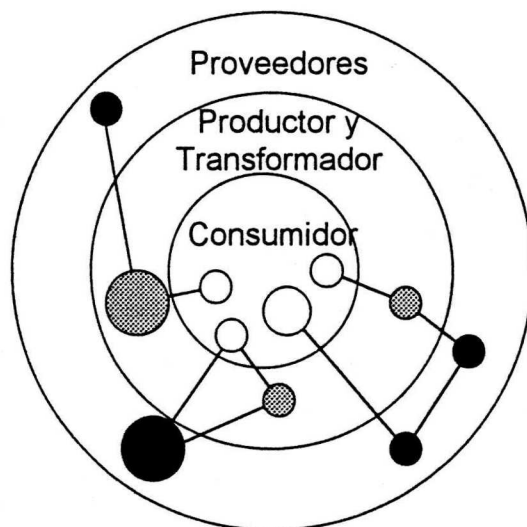
- Las redes de valor, tienen como elemento que los unifica, el “cemento” que los enlaza, el valor agregado que se genera. Cada miembro de la red, debe tener claro cuál es el valor agregado que le genera al participar en ello, y qué se espera de él. Por lo que las redes de valor tienen como característica las alianzas, convenios, contratos, integración vertical y horizontal, fusiones, etc.
- Las redes de valor tienen la capacidad de diferenciar su producto del genérico, no sólo por publicidad, sino por las características particulares del producto que ofrece. En la nueva economía para el caso agropecuario, forestal y pesquero, se están abriendo nuevas áreas, como son: los agroceúticos, los biomateriales, bioenergéticos, orgánicos, transgénicos, productos de sabor y color más definidos y productos no tradicionales o medicamentos.
- La competencia en la nueva economía se está dando por redes que diferencian su producto y lo adecuan rápidamente. Sólo participando en redes, se puede competir globalmente. Las redes se adecuan a las circunstancias más rápidamente que las empresas individuales, por su agilidad de contratación y subcontratación. También, se presentan alianzas entre redes para enfrentar problemas o amenazas comunes.
- Con las redes de información fluye en todas direcciones, principalmente haciendo uso de la comunicación digital⁹, la participación virtual, etc. Todos los participantes reciben casi simultáneamente la misma información, principalmente del

⁸ En inglés se le llama “clusters”

⁹ Como un e.mail, e.commerce, e.business, punto.com, internet.

comportamiento del consumidor en cualquier parte del mundo y de la nueva economía.

Fig. 2. La Nueva Red de Valor



Fuente: Bovet, David y Joseph, Martha. *Value Nets. Breaking the Supply Chain to Unlock Hidden Profits*. Wiley, 2000.

Por lo anterior, para poder “emparejar”¹⁰ al productor primario a los estados de desarrollo más avanzados, es necesario integrarlo a las redes de valor que se están formando y lograr que diferencie su producto. Como la nueva economía recién nace es importante que los jóvenes se enlacen a ella, en varios niveles de la red y con ellos el sector primario se puede “engarzar”.

1.3. Las condiciones para engarzarse al eje dinámico de la nueva economía.

Las características de la nueva economía y el reconocimiento de su eje dinámico, permiten identificar cuáles son las condiciones para engarzar al productor primario a ella. Esto es, qué es lo que se tiene que hacer.

¹⁰ En inglés se dice “to catch up”

Como en el apartado anterior, se van a enlistar las condiciones, y se harán comentarios de algunas de ellas.

- **Las decisiones de qué producir, cuándo y cómo se deben basar en las indicaciones, señales, gustos y preferencias del consumidor final.** En la economía tradicional, el productor primario decide qué producir; en la nueva economía, es necesario que el productor siga las señales del consumidor, de la demanda. Esto es, producir lo que demanda el mercado. De hecho, no es tan sencillo como parece, ya que en realidad la toma de decisión del demandante que decide qué llevar y cuánto pagar, es muy compleja. Por ejemplo, el consumidor final es la familia; pero el que elabora el alimento que se sirve en la mesa, puede ser la madre, la sirvienta, o las personas que atienden el restaurante, y quien compra el producto, puede ser alguien diferente a quien lo va a consumir. Si cualquiera del consumidor final, el que elabora el alimento o el que lo compra, rechaza el producto, se ve afectado el productor primario. Las redes de valor, a diferencia de cadenas productivas, parte del consumidor y lo que demanda.
- **Captar rápidamente los cambios en el consumidor y la aparición de nuevos productos, para adecuar el producto primario¹¹.** La “digitalización” facilita el intercambio de información.
- **Diferenciar las cualidades de su producto,** para que el mercado le reconozca mayor valor agregado.
- **Identificar las oportunidades de innovación y los requerimientos de inversión.** Lo que se facilita, haciendo uso de la subcontratación.

¹¹ El productor primario debe recibir las señales del mercado oportunamente, para adecuar su producto; el no hacerlo repercute en precios bajos y castigos. Hacerlo, repercute en apropiarse de mayor valor agregado.

- **Disponer de los grupos multidisciplinarios y multi-institucionales**, para resolver problemas de producción, postcosecha, empaque y comerciales. Haciendo uso de las alianzas.
- **Para poder cumplir las condiciones anteriores, es fundamental formar o participar en las redes de valor¹²** que se están creando a nivel nacional o internacional. El productor primario debe integrarse, ya que en forma aislada quedará marginado.
- **Los jóvenes son los que están en mejor situación para poder entender y operar en estas nuevas condiciones.** Su participación es indispensable para poder emparejar al sector¹³.
- **Los jóvenes son los que deben crear la base de servicios que se requiere en toda la red**, pero en particular con el productor primario. El joven es el que tiene la capacidad de entender cómo se debe ser polivalente y trabajar en equipo¹⁴.
- **Facilitar el flujo de inversión y de financiamiento que se requiere.** La inversión extranjera es parte inherente de este proceso.

¹² La "red de valor" es un concepto que se inserta en la nueva economía. Consiste en identificar qué es lo que realmente adquiere el consumidor final, desde su punto de vista; cuánto está dispuesto a pagar por el producto; cuándo decide comprarlo y por qué; cuándo decide que ese producto no lo satisface. La decisión del consumidor se ve influida por la ambientación que se tiene en el lugar de venta, por la presentación, marca, envoltura, empaque y, ahora, por su contenido nutricional, su inocuidad, su certificación de si respeta los recursos naturales, si es un producto sano, si no contiene ingredientes químicos que pueden verdaderamente provocar cáncer. Para satisfacer al consumidor, se genera una red de participantes, que contribuyen a elaborar el producto deseado y que se diferencia por marcas.

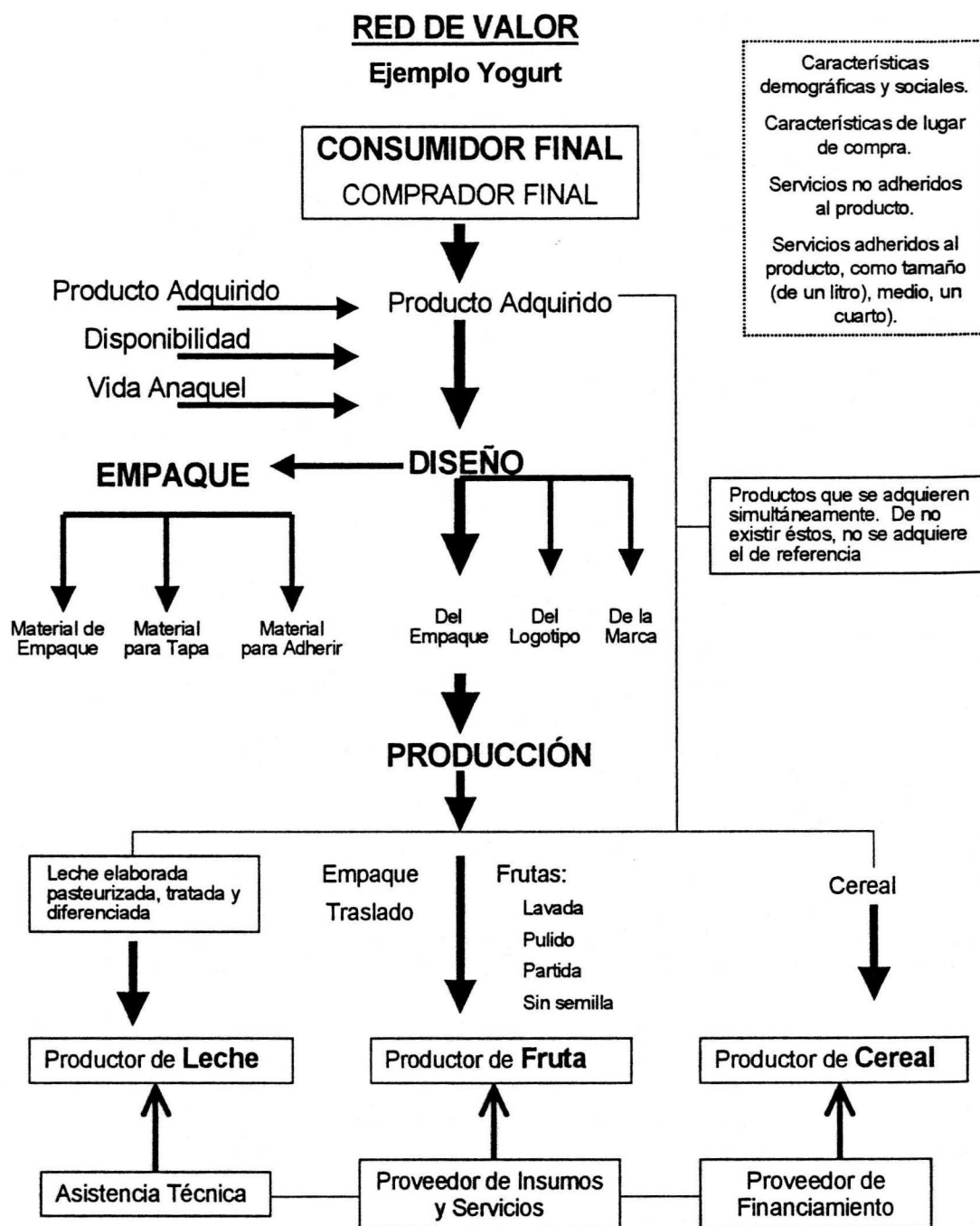
La cadena producto, es un concepto de la economía tradicional y se refiere a un genérico y va del productor al consumidor. La "red de valor", se va ajustando del genérico al producto de marca, va del consumidor al productor, pero buscando en dónde se genera el mayor valor agregado y dónde la innovación.

La ambientación se refiere al lugar donde se compra el producto final, por ejemplo: vale diferente una tasa de café en casa o en la oficina, que en el Hard Rock o en VIP'S. A esto, se ha dado en llamar: "The Experience Economy. Work is Theatre and every business a Stage".

¹³ En el sector primario la edad promedio del "dueño" de la parcela, es de 45 a 50 años. Es la generación que se forma con un gobierno paternalista que otorgaba subsidios y con poca presión resolvía cualquier problema que tuviera el productor. El joven es más consciente de que esa situación terminó y que él debe tomar la iniciativa para salir adelante de los problemas que enfrenta.

¹⁴ Polivalente: Que puede realizar varias tareas con eficacia

Fig. 3. Red de valor del yogurt



* Cada participante en la red agrega valor que debe ser reconocido vía precio por el consumidor

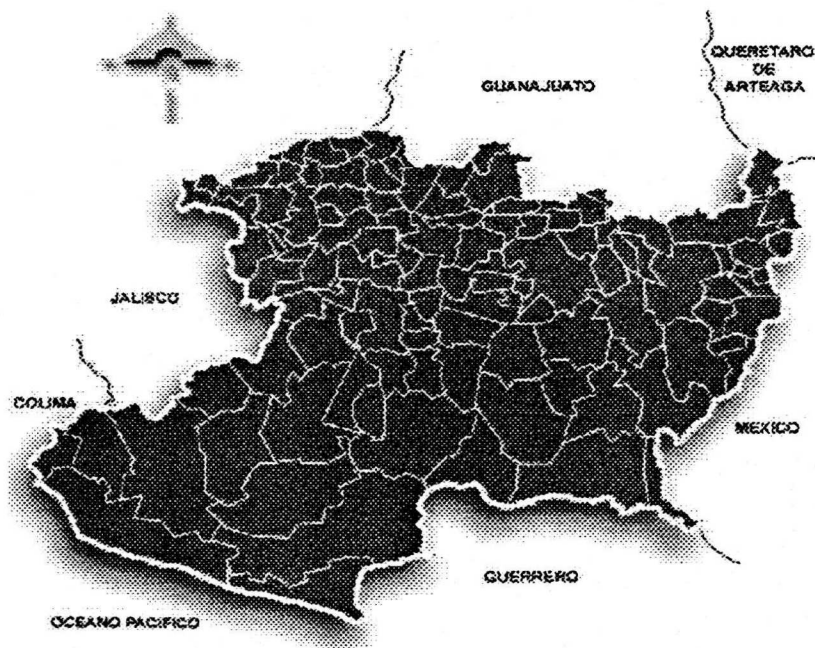
** La forma en que está operando este eje, es mediante la creación de redes de valor, donde el "punto de arranque" es el conocimiento y comportamiento del consumidor; de ahí la relación que tienen las diferentes empresas para lograr ofrecerle el producto, en la forma, la calidad, las características, en el lugar, en el tiempo y con el ambiente que él (consumidor) esperaba. Es por ello, que al cambiar el consumidor -por edad, conciencia, necesidad y otros- es necesario adecuar la estructura productiva.

II. DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE MICHOACAN

2.1. Ubicación

Michoacán esta situado en la parte occidental de la República Mexicana, limita al norte con Jalisco y Guanajuato; al este con el Estado de México y Guerrero, al sur con el estado de Guerrero y con el Océano Pacifico y al oeste con los estados de Colima y Jalisco; con coordenadas geográficas extremas, al norte $20^{\circ} 24'$, al sur $17^{\circ} 55'$ de Latitud Norte y al este $100^{\circ} 04'$, oeste $103^{\circ} 44'$ de Longitud Oeste, representa el 3 % de la superficie del país, la altitud media sobre el nivel del mar es de 1200 m. y una precipitación pluvial promedio anual es de 826 mm. (INEGI, 2000)

Fig. 4. El estado de Michoacán



El 68% del área es montañosa y solo el 32 % son terrenos de lomerios suaves y planos. Dada la orografía y posición geográfica, el Estado se tienen diversidad de climas, predominando el Cálido subhúmedo, donde destacan condiciones ecológicas que favorecen la producción de frutales, granos básicos y la ganadería.

La Entidad Federativa ocupa el decimosexto lugar nacional en superficie, con 59,864 km², distribuidos en 113 Municipios; dividido en seis zonas económicas (Centro, Ciénaga, Oriente, Occidente, Tierra Caliente y Costa), dentro de sus límites territoriales, cuenta con un litoral de 208 Kms.

Dentro de los sistemas pluviales, destaca la cuenca del Río Lerma, que por su geología, es la zona agrícola más importante, cubre cuatro distritos de riego (Zacapu, Ciénaga de Chápala, Alto Lerma y Maravatio), y ofrece condiciones favorables para el desarrollo de cultivos bajo condiciones de temporal y riego.

2.2. Características económicas y sociales

En el periodo (1993-1999), la participación del Producto Interno Bruto (PIB) Estatal con respecto al Nacional, ha sido en promedio del 2.44%. El PIB Estatal para 1999, corresponde a \$ 102,849,362,000 a precios corrientes del cual 18.1% corresponde al sector agropecuario, la agricultura participa con el 54%, le sigue en importancia la ganadería y la silvicultura y la pesca en menor proporción. (INEGI, 2000)

Del valor de la producción del sector Agropecuario Nacional, la Entidad aporta el 5.6%, ubicándose en el quinto lugar de participación, lo que nos manifiesta que es un estado predominantemente agrícola. (Idem)

La población total del Estado de Michoacán corresponde a 3,985,667 habitantes que equivalen al 4.1% de la población Nacional y ocupa el séptimo lugar de la población

a nivel nacional, esto es para 1999, de la cual el 31.15% se considera como población económicamente activa y de esta, se dedican a la actividad agropecuaria 498,649 habitantes que representan el 13% de la población del Estado. (Ibidem)

2.2.1. Distribucion poblacional

Cuadro 1. Distribución poblacional

RANGO (Años)	1 – 9	10 – 19	20 - 29	30 – 39	40 – 49	50 - >
%	24.2	24.7	14.4	21.3	9.3	11.9

Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2000

Como la información se contempla por sectores, de lo anterior podemos deducir que el 63.3% de la población es joven, lo que nos manifiesta que el Estado presenta un alto índice de crecimiento poblacional, sin embargo, de este rango poblacional la mayoría se ubica en los centros urbanos, con lo cual se deduce que a la actividad primaria se dedica la población de mayor edad.

2.2.2. Distribución de ingresos

Cuadro 2. Distribución de ingresos

SALARIOS	< 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	>5
POBLACION	293,305	425,014	166,685	123,243	68,926
%	19.6	28.4	11.1	8.2	4.6

Fuente: INEGI, 2000

De la información del cuadro anterior observamos que la gran mayoría de la población percibe ingresos no mayores a los dos salarios mínimos, lo cual indica que es un Estado dedicado principalmente a la actividad primaria.

2.2.3. Uso del suelo

Existe gran variedad de suelos, los chernozem y los potzolicos, estos ocupan el 55% de la superficie total. El primero tiene gran valor agrícola, ambos se ubican en la

parte norte y centro del Estado. En el sur y sudoeste se localizan los suelos de estepa, así como los castaños que ocupan el 45% restante del Estado.

Cuadro 3. Superficie estatal por uso del suelo

HECTÁREAS				
AGENCIA	SUP. TOTAL	USO AGRÍCOLA	USO GANADERO	OTROS USOS
APATZINGAN	1,898,904	240,775	959,733	698,396
MORELIA	755,797	161,408	162,063	432,326
LA PIEDAD	756,408	229,855	526,553	
URUAPAN	770,461	274,509	214,405	281,547
ZAMORA	672,279	206,909	158,645	306,725
ZITACUARO	1,151,078	258,544	605,901	286,633
TOTAL	6,004,927	1,372,000	2,627,300	2,005,627

Fuente: INEGI, 2000.

La superficie con vocación agrícola representa el 12.6% de la superficie agrícola nacional y el 22.8% a nivel Estatal. El área destinada al cultivo de granos básicos (Maíz, Trigo, Sorgo) es de 587,219 hectáreas.

En cuanto a cultivos perennes, se registró una superficie en 1999 de 259,008 has. Destacando el Aguacate, limón, mango, y caña de azúcar, ubicándose estas áreas en la Región Occidente, Tierra Caliente y Costa de Michoacán.

El potencial forrajero de la Entidad esta conformado por 2,627,300 hectáreas, que representan el 44 % de la superficie Estatal, siendo la explotación de ganado bovino la que mayor superficie ocupa; el inventario ganadero del Estado se conforma de la siguiente manera: 1,942,247 cabezas de ganado bovino, de las cuales 332,178 cabezas corresponden a ganado lechero; 862,874 cabezas de Porcinos; 3,131,550 aves de postura y 26,356,178 aves de engorda.

El Estado cuenta con una superficie de bosques de 1,566,500 hectáreas que representan el 26% de la superficie total, de donde se obtiene una producción de 1,050,000 metros cúbicos de madera en rollo al año y 20,000 ton/año de resina.

2.2.4. Disponibilidad de agua

La Entidad se divide en 4 regiones hidrológicas que constituyen un elemento estratégico de desarrollo: la Región Lerma-Chapala que representa el 28% y se ubica en la parte norte del Estado, el 55 % la Cuenca del río Balsas, 14.5% la Costa de Michoacán y el 3% la región de Armeria-Coahuayana.

El Estado cuenta con vastas superficies de aguas interiores, sobresalen entre otros los lagos de Cuitzeo, Patzcuaro, Zirahuen y Chapala. Cuenta además con 1,126 manantiales de agua dulce, mineral y termal, así mismo existen presas de gran capacidad como la de Infiernillo y la Villita que constituyen el vaso de agua artificial más grande de América Latina, la capacidad de almacenamiento de estas, corresponde a 15,265 millones de metros cúbicos.

La Infraestructura de riego se divide en grande y pequeña irrigación conformada por 1,200 Manantiales, 289 Presas, 48 Plantas de bombeo y 4,320 pozos, de donde se derivan 3,375 kilómetros de canales revestidos y 2,568 kilómetros de canales de drenaje.

Cuadro 4. Superficie total regable en el estado de Michoacán

CONCEPTO	SUPERFICIE (HAS)	BENEFICIARIOS	%
Superficie irrigable	445, 151		
Superficie regada	377, 693	114, 970	84.8
- Con aguas superficiales	274, 233	85, 371	61.6
- Con aguas subterráneas	103, 460	29, 599	23.2

La superficie susceptible de riego es de 445,151 hectáreas. Equivalente al 36% de la superficie agrícola, sin embargo el área regada es de solo 377,683 hectáreas. (84.8%), que se aprovecha principalmente en el establecimiento de cultivos de granos básicos.

2.2.5. Participantes del sector real, actuales y potenciales por actividad (primaria, industria y comercio)

El Estado cuenta con 1,700 ejidos con una superficie de 806,165 hectáreas. El grado de integración de los productores es muy débil, ya que la mayor parte de ellos forman parte de asociaciones gremiales que únicamente ofrecen servicios principalmente de facturación de ventas y servicios sociales.

Cuadro 5. Número de Productores

Redes	Agropecuarios	Pesqueros	Total
MAIZ	128,112		128,112
SORGO	35,225		35,225
TRIGO	9,695		9,695
MANGO	4,862		4,862
CANA DE AZUCAR	10,675		10,675
AGUACATE	6,920		6,920
LIMON	6,000		6,000
GUAYABA	2,337		2,337
FRESA	520		520
ARROZ	460		460
FORESTAL	4,280		4,280
PORCINOS	1,539		1,539
B.CARNE	866,773		866,773
LECHE	33,227		33,227
TOTAL	1,110,625	-	1,110,625

Fuente: Agencia FIRA del Estado de Michoacán.

En el Estado existen cerca de 1,110,625 productores dedicados a las principales Redes de producción, siendo las actividades de Ganadería de carne, Maíz y Sorgo las que tienen una mayor concentración. En el Estado existen 296 organizaciones gremiales, que agrupan a 139,157 productores.

2.2.6. Organizaciones de productores en operación (1999)

Cuadro 6. Organizaciones de productores

NOMBRE	NUMERO	SOCIOS	UBICACIÓN	COBERTURA
GREMIALES:				
UNION GANADERA R	1	90,000	MORELIA	ESTATAL
ASOC.LOCALES GAN.	113	90,000	MUNICIPIO	LOCAL
UNION REG. PORCIC.	1	15,000	LA PIEDAD	REGIONAL
JUNTAS SANIDAD V.	64	35,000	MUNICIPIO	REGIONAL
UNION AGR. EST.	1	62	MORELIA	ESTATAL
ASOC. AGRIC.	116	4,095	VARIAS	ESTATAL
TOTAL	296	139,157		
DE PRODUCTORES:				
SOC.PROD. RURAL	43	954	VARIAS	LOCAL
UNIONES DE EJIDOS	28	500	VARIAS	LOCAL
SOC.COOPERATIVAS	15	128	VARIAS	LOCAL
SOC. ANONIMAS	57	95	VARIAS	LOCAL
UNIONES DE CRED.	3	95,000	LOS REYES	REGIONAL
FINCA MICH	1	40,435	MORELIA	ESTATAL
FINCAS CAÑEROS	5	6,204	VARIAS	LOCAL
TOTAL	152	143,316		

Fuente: Agencia FIRA en el Estado de Michoacán.

El nivel de organización de los empresarios es bajo, ya que se manejan en forma individual, dándose únicamente la asociación en la participación de Cámaras, sin embargo, las existentes en la Entidad están ligadas únicamente al sector comercio.

Existe un numero de 296 empresas Productoras, Industriales, de Comercialización y de Servicios que presentan perfiles adecuados con posibilidad de ser apoyados con proyectos de inversión.

La rentabilidad de las líneas de producción en el Estado en granos básicos (Maíz, Sorgo y Trigo), varía de 15 al 20% en las regiones de la Ciénaga de Chápala y Centro del Estado, donde se tiene un nivel tecnológico de producción de medio a alto. La problemática a la cual se enfrentan es la comercialización, por la falta de organización en las diferentes fases de la cadena.

Los cultivos perennes (Aguacate, Mango, Limón y Guayaba), presentan una mayor rentabilidad y desarrollo tecnológico, lo que representa una oportunidad para la generación de negocios, al igual que los cultivos hortofrutícolas como la Fresa. A diferencia del Aguacate y la Fresa que presentan un nivel medio de integración de la red en el proceso de comercialización e industrialización, los demás cultivos, presentan serias deficiencias de integración, lo cual provoca alternancia en el precio de venta de la producción.

En la actividad primaria el 80 % de los productores presentan un bajo nivel de desarrollo empresarial a consecuencia del individualismo y el grado de educación.

El grado de integración de las Redes de Producción más importantes de la Entidad está muy limitado en la actividad agrícola, porque se enfocan principalmente a la actividad primaria (Producción) y la integración consiste en empresas de comercialización y empaque, solamente en Trigo y Sorgo se da el proceso de transformación como las Harineras y Fábricas de alimentos para ganado.

El siguiente cuadro nos ejemplifica claramente el grado de integración existente, tanto en las Redes productivas como en los participantes de la Red.

Cuadro 7. Determinación de necesidades de organización y capacitación

RED	GRADO DE INTEGRACIÓN DE LA RED				COMENTARIOS	CAPACIDAD EMPRESARIAL DE LOS				COMENTARIOS
	1	2	3	4		1	2	3	4	
MAIZ	X				Sin organización	x				Sector social
SORGO		X			Sin organización	x				Sector social
TRIGO		X			Sin organización	x				Sector social
MANGO	X				Sin organización		x			propietarios
CANA		X			Asociados	x				Sector social
AGUACATE		X			Asociados		x			propietarios
LIMON	X				Sin organización	x				Sector social
GUAYABA	X				Sin organización	x				actividad nueva
FRESA		X			Asociados		x			Empresarios
ARROZ	X				Sin organización	x				Sector social
FORESTAL		X			Asociados		x			propietarios
PORCINOS			X		Asociados			x		propietarios
B.CARNE	X				Sin organización	x				Sector social
LECHE		X			Asociados		x			propietarios

GRADO DE INTEGRACIÓN DE ACUERDO A:

- 1 No hay empresas integradas
- 2 Algunas empresas producen sus insumos
- 3 Algunas empresas transforman y comercializan
- 4 La mayor parte de las empresas están integradas

CAPACIDAD EMPRESARIAL:

- 1 Ninguno
- 2 Baja
- 3 Media
- 4 Alta

Fuente: Agencia de FIRA en el Estado de Michoacán.

La capacidad empresarial de los participantes en las principales Redes de producción del Estado, es baja debido a que el 57% son productores del sector social dedicados a la actividad primaria en forma individual.

2.3. Análisis de redes

El estado de Michoacán por sus características fisiográficas se constituye como un Estado eminentemente agrícola, donde la mayor parte se dedica a la producción de granos básicos (63%), el sector agrícola se presenta sin cambios importantes en el patrón de cultivos, con una ligera tendencia de reducción de superficie y únicamente se manifiesta crecimiento en los cultivos perennes como el Aguacate, Mango y Limón agrio.

2.3.1. Superficie cosechada por año agrícola en el Estado de Michoacán (hectáreas)

Cuadro 8. Superficie cosechada por año agrícola en Michoacán (Has.)

CULTIVO	1996	1997	1998	PROMEDIO	%
MAIZ GRANO	510,750	469,275	479,853	486,626	44.2
SORGO GRANO	156,103	144,857	152,059	151,006	13.7
TRIGO GRANO	60,858	57,867	49,519	56,081	5.1
LIMON AGRIO	19,240	20,932	22,805	20,992	1.9
AGUACATE	73,140	64,938	76,323	71,467	6.5
MANGO	16,930	17,939	19,023	19,740	1.8
CAÑA DE AZUCAR	17,697	19,066	15,601	17,454	1.6
SUBTOTAL	854,718	794,874	815,183	821,591	74.7
RESTO CULTIVOS	162,222	440,627	230,445	277,764	25.3
TOTAL	1,016,940	1,235,501	1,045,628	1,099,356	100.0

Tradicionalmente en el Estado se pueden establecer cultivos en los ciclos agrícolas Primavera - Verano y Otoño - Invierno, sin embargo en este ultimo ciclo de invierno se presentaron problemas de disponibilidad de agua, reservándose para los cultivos de Primavera – Verano del 2000, razón por la cual se espera un incremento en la producción.

2.3.2. Precios, rendimientos y valor de la producción

Los resultados económicos del patrón de cultivos desarrollados en el Estado durante el ejercicio de 1999 fueron de la siguiente manera:

De los principales cultivos que se explotan en el Estado la mayor superficie corresponde a granos básicos 662,830 hectáreas de donde se obtiene una producción de 2,134,037 toneladas aportando al PIB estatal la cantidad de \$ 2,795.1 millones de pesos aproximadamente. (Agencia FIRA en Michoacán)

2.3.3. Principales líneas de producción en Michoacán

Cuadro 9. Principales líneas de producción en el Estado de Michoacán (año 1999)

LINEAS	SUPERFICIE COSECHADA (Has)	PRODUCCION TOTAL (TN)	VALOR DE LA PRODUCCION (Miles de \$)	RENDIMIENTO PROMEDIO TN/HA	PRECIOS PROMEDIO \$/TN
G. BASICOS	662, 830	2, 134, 037	2, 795, 082		
MAIZ	469, 201	1, 157, 473	1, 682, 283	2.46	1,453
SORGO	143, 607	701, 566	732, 770	4.90	1,040
TRIGO	45, 775	243, 038	331, 800	5.30	1,365
ARROZ	4, 247	31, 960	48, 229	7.60	1,509
FRUTALES	134, 344	1, 197, 803	3, 612, 985		
AGUACATE	77, 995	705, 038	2, 822, 513	9.00	4,003
MANGO	22, 399	154, 717	239, 398	6.90	1,547
LIMON	27, 971	291, 903	505, 234	10.00	1,731
GUAYABA	5, 979	46, 145	45, 840	7.71	993
CAÑA INDUST.	22, 516	2, 153, 875	496, 286	95.60	230

Fuente: Agencia FIRA de Michoacán.

El desarrollo de los frutales constituye una oportunidad de inversión debido al margen de utilidad que obtiene el productor, ya que con poca superficie se aporta el 52.3 % al Producto Interno Bruto del estado, principalmente el Aguacate.

2.3.4. Principales oportunidades

El Estado de Michoacán presenta condiciones edafológicas y climáticas favorables para el desarrollo de actividades agropecuarias, cuenta con una superficie de 1,372,007 hectáreas dedicadas a la Agricultura, donde se cultivan granos básicos y frutales de clima templado y tropical, que hacen al Estado preponderantemente agrícola.

Uno de los eslabones de las cadenas productivas, las empresas comercializadoras de granos, elaboradoras de alimentos para el ganado, así como los molinos de trigo. Las redes de Maíz, Sorgo, Trigo y Arroz, presentan una alternativa de negocio interesante, ya que su rentabilidad es aceptable y con posibilidades de mejorarse en el medio plazo.

La fruticultura es una de las actividades económicas más importantes dentro del Estado, ya que genera divisas, fuente de trabajo tanto en la actividad primaria como en la secundaria, además una gran variedad de frutas, y dentro de estas una de las más

importantes es el aguacate (quinto cultivo frutícola a nivel nacional), Michoacán cuenta con una superficie de 77,260 has; no menos importantes los cultivos de Mango, Limón y Guayaba, que por las características donde se desarrollan son competitivos.

El aguacate en el mercado internacional, ha venido creciendo sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de un buen número de países, reforzado por la tendencia en el gusto del consumidor a nivel mundial, de preferir productos sanos y naturales; por lo cual, el aguacate tiene un enorme potencial por las amplias posibilidades de consumo en fresco, además de su utilización en la industria, (Elaboración de aceites y cosméticos); y de sus procesados, como guacamole, congelados y pasta.

La producción de mango, el alto potencial productivo existente, la calidad de la fruta y variedades de excelente aceptación en el mercado internacional, la cercanía con los estados unidos de Norteamérica, así como la creciente demanda a nivel mundial, constituyen los elementos necesarios de oportunidad de negocios, para brindar una atención especial a la red.

El cultivo de la Guayaba ha cobrado gran importancia en Michoacán, principalmente en la región Oriente del Estado, por su adaptación a terrenos que por su topografía no son aptos para la agricultura, además de la época de cosecha diferente a las zonas tradicionales, que permite al productor obtener buenos ingresos.

Por la superficie con que se cuenta del cultivo de la fresa (2,400 hectáreas), el Estado se ubica como el principal productor en la fase primaria y con una gran infraestructura de 26 Empresas para el proceso y congelación, donde se pueden procesar 122,000 ton/año, principalmente para la exportación; lo cual representa una oportunidad de negocio.

2.4. Diagnóstico de la red mango

2.4.1. Tendencias

El mango una de las frutas de mayor importancia a nivel mundial; ocupa el quinto lugar de los principales productos frutícolas, después de uva, cítricos, plátano y manzana. Es originario de Asia tropical y puede considerársele como uno de los frutales que han sido cultivados por el hombre desde hace 4,000 años. Su nombre es de origen portugués y se cree que fueron portugueses quienes lo llevaron a América, plantándolo por primera vez en Bahía (Brasil); después en las Antillas, luego fue llevado a Jamaica, Haití y Hawai.

Se cultiva en mas de 80 países de los 5 continentes, destacando el Asiático y el Americano, en donde se ubica la mayoría de los países productores más importantes del mundo, tanto en superficie como en producción.

Actualmente algunos países tienden a incrementar de manera importante el establecimiento de nuevas plantaciones; entre ellos se encuentran China, Indonesia, Tailandia, Egipto, Filipinas y algunos países africanos. En América, están Brasil, México, Ecuador, Perú, República Dominicana y Haití. La mayor parte de estos países son proveedores de mango al mercado norteamericano.

De acuerdo a la FAO en 1997, en el mundo se comercializaron mas de 350,000 toneladas de mango fresco con un valor superior a los 406 millones de dólares; en este campo destacan los Estados Unidos de América como el mercado de mango más importante, el cual participa con alrededor del 40% de las importaciones mundiales; le sigue en importancia Hong Kong, con un 10.6%, Emiratos Arabes Unidos con el 9.8%, Holanda con 8.2% y Francia con el 5%, en conjunto estos países importan el 73.6% de las importaciones mundiales.

Las exportaciones mundiales de mango fresco alcanzaron en 1997 la cantidad de 351 000 toneladas, con un valor superior a los 303 millones de dólares. México es el principal exportador de mango en el mundo participando con el 53.4% del volumen exportado; le sigue Filipinas con el 12.5% la India 7.8%, Pakistán 4.7%, Holanda 4.2%; Brasil 3.7%, Hong Kong 3% y Sudáfrica con el 2.7%.

México ocupa el tercer lugar entre los países productores, con una superficie de 150,000 hectáreas de donde se obtiene una producción de 1.537,800 tn. Que representan el 6.4% de la producción mundial

2.4.2. Tendencias de consumo

Los Estados Unidos de Norteamérica constituyen el mercado principal del mango fresco mexicano. De acuerdo a EMEX, A.C. 1997 (Empacadoras de Mango de Exportación A.C.), este país importa en promedio, el 85% de las exportaciones de mango de México; se trata de un mercado en expansión, como lo demuestran las cifras de las importaciones que ha realizado de nuestro país, las cuales pasaron de un nivel de 91,272 toneladas métricas en 1993 a 161,868 toneladas en 1997, representando un incremento del 77.3% en el período y un 15.4% como promedio de crecimiento anual.

Michoacán ocupa el primer lugar en las exportaciones mexicanas de mango; su volumen exportado se ha venido incrementando año con año; en 1993 exportó a diferentes países 27,574 toneladas y para 1997 alcanzó la cifra de 48,132 toneladas, representando un incremento del 103% en un periodo de cinco años y un promedio del 19.4% anual. La cifra de 1997 representa una participación del 29.9% dentro de las exportaciones mexicanas.

El 86% del mango fresco producido en nuestro país, se comercializa en el mercado nacional y el 14% restante se destina al mercado de exportación. Considerando estas proporciones, se puede ver claramente que México es un gran consumidor de mango fresco; se estima que el consumo per cápita es de aproximadamente de 12.4 kg. anual.

El consumo per cápita en nuestro país creció en forma modesta (3.3%) de 1991 a 1997; se puede considerar que debido a factores demográficos existe un gran potencial para incrementar el consumo interno.

2.4.3. Tendencias tecnológicas

Michoacán presenta un rezago tecnológico que se refleja en bajos rendimientos, alcanzando un promedio de 5.5 ton./ hectárea. Todas las plantaciones son de riego. Los productores aplican costos de mantenimiento mínimos en lo general; sin embargo existe un gran potencial para incrementar los rendimientos, ya que en plantaciones con niveles tecnológicos avanzados se han obtenido rendimientos entre 15 y 20 ton./Ha.

Los principales factores que han limitado la producción son: manejo deficiente de huertos por la falta de recursos económicos suficientes, desconocimiento de técnicas de cultivo, falta de asesoría y transferencia tecnológica. Existe un marcado déficit de oferta en el servicio de asesoría, la mayoría de los productores reciben este servicio por parte de los proveedores de insumos y equipos cuando se presenta una compra.

2.4.4. Legislación y programas gubernamentales

Existe disponibilidad de recursos a través de los programas de Alianza para el Campo, en los rubros de Infraestructura, Fertirrigación y Mecanización. No existe nada sobre la regularización de precios.

El gobierno solo participa en la coordinación del programa del tratamiento hidrotermico requerido para la exportación (SAGAR-USDA). Toda vez que la exportación de mango genera divisas para el país, se prevé que continuarán los apoyos para el sector. A nivel estatal no existe una política de apoyo definida hacia el sector.

2.4.5. Posibilidades de crecimiento

Existe un gran potencial de crecimiento en la línea, ya que actualmente se está atendiendo únicamente el 20 % de la superficie establecida.

2.4.6. Grado de integración

Hay un bajo nivel de integración en la cadena, los productores no están organizados por lo que no están en posibilidades de aplicar economías a escala en la adquisición de insumos y obtener un mejor ingreso por la comercialización de sus productos.

2.4.7. Nivel de organización de los participantes

Existe un bajo nivel organizativo, durante este ciclo se trabajó con grupos solidarios. Se contempla trabajar para el próximo ciclo con los productores organizados en un Finca.

2.4.8. Nivel tecnológico de los participantes

Existe un marcado déficit de oferta en el servicio de asistencia técnica, la mayoría de los productores reciben este servicio por parte de los proveedores de insumos y equipos cuando se presenta una compra de por medio.

2.4.9. Factores de competitividad

Anteriormente, se tenía como factor de competitividad el aprovechamiento de una ventana comercial de exportación de mango a USA, sin embargo debido a la presencia de mango de Guatemala y Chiapas, esta ventaja ha desaparecido, por lo que se requiere un replanteamiento de la actividad.

2.4.10. Cuellos de botella en la cadena

- Un factor importante, es lo referente a la comercialización, la mayoría de los empaques existentes son únicamente maquiladores de empresas extranjeras, este aspecto influye en cuanto al precio que se le paga al productor.
- Desconocimiento del desarrollo de países competidores.
- Inadecuadas prácticas de cosecha y manejo de la fruta hasta antes de llegar a la empacadora
- Bajo nivel tecnológico de las huertas.

2.4.11. Oportunidades de negocio

- Demanda creciente de mango en los mercados internacionales.

- Buena ubicación geográfica con respecto a los EUA, principal mercado internacional de mango.
- Crecimiento de la demanda en el mercado nacional.
- Promoción de adquisición de equipo de transporte especializado
- Capacitación, Demostración, Trasferencia tecnológica

2.4.12. Conclusiones del diagnostico

El estado cuenta con las condiciones agroecológicas favorables para la producción comercial de mango, Variedades de excelente aceptación en el mercado nacional e internacional y de buena calidad.

Buena ubicación geográfica con respecto a los EUA, principal mercado internacional de mango, para inducir la exportación, aprovechando la Demanda creciente de mango en los mercados internacionales.

No existe un organismo integrado por productores y autoridades que apliquen controles y estándares de calidad, así como una programación de cosecha, para alcanzar mercados internacionales.

Existen fuertes restricciones de la Banca para otorgar financiamientos a la actividad.

Resistencia de productores y empacadores para adoptar esquemas avanzados de organización

III. PROGRAMACIÓN LINEAL

En general, la economía es una ciencia de alternativas debido a que cuando es necesario implantar un proyecto suelen existir diferentes formas de realizarlo; por lo común y atendiendo a un cierto criterio, una de esas alternativas va a ser la mejor. Entonces, la esencia de la optimización consiste en encontrar la mejor opción posible según un criterio específico que bien podría ser maximizar o minimizar algo.

La Programación Lineal es un procedimiento matemático de optimización de recursos; fue desarrollada y aplicada por primera vez en el Departamento de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos para la asignación eficiente de recursos escasos entre diferentes opciones militares durante la Segunda Guerra Mundial. Entre los investigadores pioneros destacan: George B. Dantzing, Marshal Wood y L. V. Kantorovich. El problema general y el procedimiento de su solución (el método simplex) fue presentado por G. B. Dantzing, aunque hay noticias de que antes ya se habían planteado situaciones relacionadas con la optimización de una función lineal que a su vez estaba condicionada por restricciones también lineales; en cuanto al uso del computador electrónico, se sabe que fue en 1952 cuando por primera vez se logró una solución exitosa para un problema de este tipo; actualmente los problemas que se plantean son de grandes dimensiones y requieren de soluciones oportunas, lo cual se ha logrado al uso y perfeccionamiento de la tecnología.

Hasta no hace mucho tiempo se creía que planear las actividades económicas requería solamente la experiencia en el área y un buen sentido común, afortunadamente

los profesionales encargados de la toma de decisiones han coincidido en que es necesario apoyarse en métodos matemáticos aplicados a problemas de optimización; sin embargo, las diferentes técnicas de análisis presentan ventajas unas con otras. La teoría del consumidor por ejemplo, supone que el sujeto trata de asignar su limitado ingreso entre diferentes bienes y servicios de tal forma que su satisfacción se eleve al máximo. En este caso, la función objetivo (satisfacción) se maximiza en el punto donde la línea del presupuesto (ingreso monetario limitado o restricción expresada en una igualdad) es tangente a la curva del mapa de indiferencia. Lo más interesante de este análisis está en el tipo de restricciones que sujetan a la función objetivo, pues estas son igualdades que, bajo esta forma especifican que para lograr la máxima utilidad, el consumidor debe gastar todo su ingreso; es decir, no existe la posibilidad de que dicha función se optimice sin agotar los recursos, a diferencia de la Programación Lineal donde las restricciones toman la forma de desigualdades.

Ahora bien si la finalidad es encontrar un punto de cierta región (factible) donde la función objetivo maximiza o minimiza su valor, podría preguntarse: ¿Porque no es suficiente emplear los métodos clásicos para cálculo de los valores extremos (máximos o mínimos) de dicha función, por ejemplo, el método de Lagrange?. La razón es que los métodos clásicos suponen la existencia de derivadas parciales de la función objetivo en el punto donde se optimiza, mientras que en Programación Lineal, esto se logra en el límite de la región determinada por las restricciones lineales, donde las derivadas parciales no existen.

Una ventaja más de esta técnica es que tanto su teoría como sus métodos constantemente se perfeccionan y permiten solucionar problemas de grandes dimensiones. Los argumentos anteriores destacan su importancia como auxiliar en el

análisis de problemas económicos, gracias a que es sencilla en su estructura matemática pero poderosa por su adaptabilidad a un amplio rango de aplicaciones.

Por tanto, la Programación Lineal es un procedimiento matemático, útil para optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones. Es importante aclarar que programación debe entenderse como sinónimo de planeación y que el término lineal indica que la función objetivo y las restricciones deben ser lineales.

3.1. Modelo

Un modelo es la representación matemática de un problema real, descrito a través de las variables de la función objetivo y las restricciones (Maroto, 1996).

Torres (1996) define a la Programación Lineal como una técnica de la matemática aplicada que aborda problemas de optimización, ya sea maximizar o minimizar, de una determinada función lineal, tal que cumplan ciertas relaciones lineales, sujetas a una serie de limitaciones o restricciones.

Aunque la Programación Lineal puede ser de gran utilidad, no es ningún remedio para resolver por si sola algunos posibles aspectos de un problema. Es simplemente una herramienta auxiliar para ampliar las perspectivas de análisis de alternativas de una manera objetiva para facilitar la toma de decisiones de planificación y permite una elección óptima según sea el criterio empleado para tal, y en ese sentido se debe situar su utilidad y posibilidades de uso.

La importancia de la Programación Lineal se aprecia al observar su utilidad para asignar recursos limitados entre distintas actividades alternativas, para cumplir con un objetivo de optimalidad.

3.2. Aplicación y usos

La Programación Lineal tiene uso desde la evaluación de un crédito para la agricultura como para hacer una planeación en toda una industria o toda una economía a nivel nacional, así como para un estado. En la ganadería se utiliza para el cálculo de las raciones de costo mínimo que usen materias primas disponibles y cumplan con restricciones de mínimos o máximos de nutrientes proteínicos, grasas, carbohidratos, etc.

También sirve para introducir restricciones subjetivas, legales o de cualquier tipo, en los planes de producción. Por ejemplo, permite que en el programa para un agricultor no aparezcan más de cinco hectáreas sembradas de avena, si así lo prefiere. También es útil para planear rotaciones de cultivos.

3.3. Limitaciones de la Programación Lineal

Mena (1980) indica que la Programación Lineal es una herramienta poderosa para la planeación, sin embargo, es sólo eso, una herramienta. No puede sustituir el criterio y el conocimiento requerido en el investigador.

3.4. Importancia de la Programación Lineal

Torres (1996) señala un mayor interés de la Programación Lineal en el sector agropecuario debido a la posibilidad de incluir numerosas actividades y restricciones en sus aplicaciones, y por ello se convierte en un método eficaz en la ordenación y planificación rural para analizar alternativas productivas. Se entiende por planificación a la función de asignar y distribuir los medios y recursos disponibles, para eficientar el proceso de transformar y alcanzar los objetivos marcados; con la Programación Lineal se pueden planear una serie de relaciones lineales para repartir cada uno de los recursos

y factores disponibles, con el conjunto de métodos y/o técnicas más apropiados, para obtener una propuesta productiva: combinación de las variables para optimizar una determinada función lineal. La importancia de la Programación Lineal radica en el amplio campo de acción donde se puede aplicar y la diversidad de problemas que resuelve, como analizar el uso de crédito, determinar planes óptimos de cultivo, definir calendarios de distribución de agua en obras de irrigación, minimizar el costo de dietas alimenticias para ganado, planificar actividades económicas. La Programación Lineal a diferencia de otras técnicas matemáticas complejas, tiene ventajas difícilmente sustituibles. Los métodos de Programación Lineal encuentran cada vez mayor aplicación en la economía, lo cual hace que constantemente se perfeccionen y permitan dar solución a nuevos problemas. En efecto, la Programación Lineal es un modelo matemático y como tal es una simplificación de la realidad, y exige un gran rigor en el planteamiento de las relaciones seleccionadas. Pero si este es correcto, permite efectuar predicciones y/o aproximaciones, imposible de conseguir con otros métodos.

3.5. La optimización, minimización y maximización

Al resolver el problema de optimización debe definirse, ante todo, una función objetivo, en la cual la variable dependiente represente el objetivo de maximización o minimización y el conjunto de variables independientes indica los objetivos cuyas magnitudes pueden elegir la unidad económica en cuestión. La esencia del proceso de optimización consiste en encontrar el conjunto de valores de las variables de elección que brinden el extremo deseado de la función objetivo.

El criterio más común de elección es el de maximizar o minimizar una función desde el punto de vista económico, se puede clasificar a esos procesos de maximización

o minimización bajo el título de optimización, es decir, la búsqueda de la mejor solución posible.

3.6. Formulación del modelo

Los elementos integrantes de un modelo de Programación Lineal son los siguientes:

- a) La función objetivo;
- b) El conjunto de restricciones;
- c) Las condiciones de no negatividad.

A. Función objetivo: Es la expresión matemática lineal formulada para un propósito, el cual puede ser maximizar o minimizar una función.

Los componentes de la función objetivo son:

- a) **Las actividades o variables:** Para cada actividad incluida en el programa de optimización, se le asigna una variable distinta ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$), las cuales deberán medirse en unidades de actividad. Estas representan aquellos aspectos que son controlables (Maroto, 1996)
- b) **Precios netos:** Se conoce como precio neto al incremento bruto de la función objetivo que lleva a cabo la realización de una unidad de actividad. Son los coeficientes de las variables o actividades indicadores del ingreso neto obtenido por unidad de actividad realizada en problemas de maximización, en el caso de minimización representan los costos en que incurren por llevar a cabo una unidad de actividad.

- c) **Precios sombra** (Costo neto menos costo de oportunidad): Es el efecto neto sobre la función objetivo, debido a la realización de una unidad de actividad. En un problema de producción los precios sombra miden el impacto sobre el ingreso neto al aumentar en una unidad la disponibilidad de los insumos. Los precios sombra de los recursos son un indicador de la pérdida sufrida en el modelo al retirar una unidad disponible en aquellas restricciones donde se utiliza todo el nivel dado del insumo. Los precios sombra de las actividades no seleccionadas causan una disminución de la función objetivo.
- d) **Costos de oportunidad**: Es la cantidad sacrificada de la función objetivo, debido a la no realización de una actividad, en otras palabras, es la pérdida en la que se incurre si se intenta producir una unidad adicional de esa actividad.
- e) **Análisis de la sensibilidad**: Permite tener una visión más clara sobre los posibles cambios en los ingresos brutos o en los niveles de disponibilidad de los recursos; su objetivo es hacer más útil la interpretación de los precios sombra al efectuar una estimación del intervalo del rango de variación en donde un precio sombra es relevante.

B. El conjunto de restricciones: Son un sistema de igualdades o desigualdades lineales que expresan las condiciones a que debe sujetarse la función. Para problemas de máximos, las restricciones se expresan en desigualdades que especifican que no más de la cantidad fija de recursos disponibles podrá ser usada en un plan de producción; podrán quedar recursos ociosos, pero no es posible que se exceda en las cantidades disponibles de los distintos recursos escasos; en los problemas de mínimos las restricciones son también un sistema de desigualdades que especifican que para cumplir

con las necesidades de optimización de la función objetivo deberán usarse no menos de ciertas cantidades fijas del recurso; estos podrán ser usados en una cantidad mayor a la mínima, pero nunca debajo de ciertas necesidades programadas.

Es necesario considerar una desigualdad por cada recurso escaso ejecutado; en el primer miembro de la desigualdad se suman las necesidades de dicho recurso por unidad de actividad de todo el conjunto de actividades involucradas en el modelo, es decir, en las restricciones se vuelven a sumar todas las variables de la función objetivo, pero esta vez multiplicadas cada una por su correspondiente cantidad de recurso necesitado para producirlas en una unidad de actividad; en el segundo miembro de la desigualdad se especifica la cantidad disponible del recurso.

Por lo tanto, en las restricciones habrá un componente principal, los coeficientes de producción, es decir, son los coeficientes de las actividades en las actividades de las restricciones, y estas especifican la cantidad necesaria de un recurso para producir una unidad de actividad.

C. Las condiciones de no negatividad: Una de las condiciones de la Programación Lineal es no generar valores negativos en sus resultados, por lo tanto, si se tiene un conjunto de restricciones se debe agregar otro de condiciones de no negatividad, para asegurar que los valores de las variables resulten no negativos.

3.7. Supuestos del modelo de Programación Lineal

Como instrumento de análisis matemático, la Programación Lineal se basa en una serie de supuestos que hacen validos sus resultados, los cuales deben ser satisfechos. Entre los supuestos de esta herramienta se tienen los siguientes:

- a) **La aditividad:** Se refiere a hecho de todo el conjunto de actividades utilizadas en el modelo, pueden ser sumadas; en otras palabras, el producto total de las actividades es igual a la suma de los productos individuales de cada actividad.
- b) **La linealidad:** Se refiere al objetivo perseguido, representado por una función, debe ser lineal, es decir, la cantidad de producto a obtener va a estar en relación con la cantidad de recursos utilizados en la producción. Se suponen rendimientos constantes a escala y como consecuencia necesaria no se toma en cuenta la ley de los rendimientos marginales a escala.
- c) **La divisibilidad:** Tanto la cantidad de recursos disponibles obtenidos como el producto pueden ser fraccionados infinitamente.
- d) **La finitud:** El número de actividades como la cantidad de recursos que se pueden utilizar, existen en número finito.
- e) **La certidumbre:** Los valores de los coeficientes técnicos, los precios y las cantidades de recursos disponibles se conocen con certeza.

3.8. Solución de un problema de Programación Lineal

Como solución de un problema de Programación Lineal, vamos a entender a cualquier conjunto de valores ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) calculados para sus respectivas variables independientes en la función objetivo y en las restricciones.

a. Solución factible.

Es una solución que satisface a todas las restricciones del modelo. Las soluciones factibles son todos los puntos integrantes a la región factible.

b. Solución optima.

Tiene la característica de optimizar a la función objetivo.

3.9. Métodos de solución

La Programación Lineal tiene como objetivo determinar la asignación óptima de recursos escasos entre un conjunto de productos o actividades. Normalmente las condiciones conducen a la optimización de la función sujeta a una serie de restricciones con desigualdades, cuando éstas son más de una, la técnica de la Programación Lineal constituye un método eficaz y sencillo.

Si el conjunto de restricciones por muchas que éstas sean, se limitan a dos variables; uno de los métodos más sencillo para resolver estos problemas es el método gráfico, para la maximización y minimización del mismo. Otros métodos que resuelven éste tipo de problemas en donde se involucran una cantidad alta tanto de restricciones como de variables, lo representa el método analítico, el cual presenta dos variantes: el método simplex y el método de computo electrónico.

3.9.1. El método gráfico

Este método consiste en graficar las ecuaciones, las cuales representan las restricciones y la función objetivo del modelo. Cada eje de la gráfica representa una actividad por lo cual se limita únicamente a la introducción de dos actividades.

Una de sus desventajas es que sólo auxilia en problemas que involucren a no más de tres actividades, esto porque se asigna una variable a cada eje y no es posible graficar espacios mayores al tridimensional.

3.9.2. El método simplex

Éste es un método algebraico para resolver problemas de Programación Lineal. El procedimiento general para resolver los problemas con este método es un algoritmo,

el cual es un proceso interactivo, una acción en donde se repite un proceso sistemático una y otra vez hasta obtener el resultado deseado, sin la necesidad de graficar.

El método simplex se inicia con una matriz donde sólo se generan variables de holgura, a partir de aquí, se introducen nuevas variables, hasta lograr obtener la solución óptima. Se basa en el hecho de que el óptimo de un problema de Programación Lineal siempre deberá ocurrir en un punto extremo debido a la linealidad y convexidad de las restricciones. El método se inicia en un punto extremo factible y se mueve hacia otro punto factible adyacente que incrementa la función objetivo. Cuando no es posible moverse a otro punto adyacente que mejore la función objetivo, ahí se ha alcanzado el óptimo. Se trabaja en base a tablas en la que cada tabla representa una solución factible del programa, la primera corresponde al punto de origen, es decir, en la que los valores de las variables son ceros, la cual indica que no se produce nada y por lo tanto el valor de la función es mejor con esta solución, el valor de la función ya no es cero.

El método simplex utiliza el álgebra de matrices para obtener la inversa de una matriz que le permita resolver un sistema de ecuaciones simultáneas. Este método se resume de la siguiente forma:

- a) Se introducen variables de holgura para convertir las desigualdades en igualdades.
- b) Identificación de una solución básica factible.
- c) Determinar la variable de holgura que sale.
- d) Cambiar la variable que entra por la de holgura que sale y determinar la solución básica factible.
- e) Ver si esta es la solución óptima.

- f) Detenerse cuando ya no se pueda incrementar la función objetivo al introducir una variable real. Si no es la solución real, se tiene que hacer una repetición del proceso hasta llegar a la solución óptima.

La solución final debe ser factible y óptima, por consiguiente a partir del segundo programa esta determinado por los criterios de optimalidad y factibilidad.

Ventajas del método simplex

Entre las ventajas que ofrece este método, se encuentran las siguientes:

- a) Facilita la rutina de cálculo.
- b) Ayuda a solucionar problemas de magnitud regular.
- c) Permite llegar a la solución óptima en unas cuantas etapas.

3.9.3. Método de computo electrónico

Torres (1996) señala que cuando nos enfrentamos a problemas con gran número de actividades alternativas, no es posible su solución con los métodos mencionados, el método más sencillo y práctico es el uso del computo electrónico, que permite realizar en forma rápida programas muy complejos.

3.10. Estructura general de la Programación Lineal

Maroto (1996) señala que la Programación Lineal es una técnica matemática que permite resolver problemas del tipo siguiente: Determinar los valores de las variables $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$, con el objetivo de optimizar una determinada función y tal que se verifique otro conjunto de ellas, todas lineales por definición. Los problemas de Programación Lineal pueden expresarse de manera siguiente:

Obtener los valores de $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$

Con el objetivo de optimizar (maximizar o minimizar) la función:

$$f(X) = Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j + \dots + C_nX_n$$

Tales que se cumplan:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1j}X_j + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2j}X_j + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j + \dots + a_{in}X_n \leq b_i$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mj}X_j + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

Además que:

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_j \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

Todo ello expresado en forma matemática, quedaría un sistema de la estructura siguiente:

$$Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j \leq b_i; i=1, 2, \dots, m \dots\dots\dots (2)$$

$$X_j \geq 0; j=1, 2, \dots, n \dots\dots\dots (3)$$

También es interesante conocer la expresión de este sistema en forma matricial porque a través de la teoría de las matrices como se plantean los algoritmos matemáticos más corrientes de resolución de estos modelos de Programación Lineal. Por otra parte, la expresión en forma matricial ayuda a comprender la estructura general de la

Programación Lineal, facilita la comprensión del formato de entrada de los datos en los programas informáticos de aplicación y permite visualizar el modelo globalmente. La forma matricial se expresa así:

$$CX = f(X)$$

$$AX \leq B$$

$$X \geq 0$$

Siendo:

$$C = \{C_1 \ C_2 \ ... \ C_n\}$$

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_i \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_i \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix}$$

Es decir:

X: Vector columna de n elementos (variables o incógnitas);

C: Vector fila de coeficientes de la función objetivo (coeficientes económicos);

A: Matriz de m filas y n columnas de coeficientes técnicos; también se denomina matriz tecnológica;

B: Vector columna de m elementos, de valores de los límites.

3.11. Terminología de los modelos de Programación Lineal

La terminología dependerá de cada problema concreto, dada la diversidad de problemas sobre los que se puede aplicar el modelo de Programación Lineal. Esta terminología es la siguiente:

Z: Función objetivo o función económica a maximizar o minimizar

$\sum a_{ij}X_j$: Restricción ó línea (recurso o factor)

X_j : Variable o columna j (actividad, producto, etc.)

a_{ij} : Coeficientes o parámetros técnicos, de la variable j en la restricción i (v.gr.: cantidad del recurso i necesario para producir una unidad de producto j; rendimiento del factor i en la actividad j, etc.)

b_j : Límite o valor de la restricción (v.gr.: disponibilidad del recurso o factor, etc.)

C_j : Coeficientes de la variable j en la función objetivo

IV. MODELO DE OPTIMIZACIÓN

La construcción del modelo se hizo tomando en cuenta las variables más importantes como rendimientos, superficie sembrada, producción, precio medio rural, costos de producción; posteriormente se paso a la realización del modelo a través de las técnicas de Programación Lineal y el programa de computo Lindo (*What'sBest! 5.0*)

4.1. Formulación del modelo

Los elementos que integran el modelo son los siguientes:

- a. La función objetivo.
- b. El conjunto de restricciones.
- c. Las condiciones de no negatividad.

4.1.1. Función objetivo

La función objetivo del modelo es maximizar el valor agregado total del estado de Michoacán, y queda de la siguiente manera:

$$\text{Max } Z = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

Los componentes de la función objetivo de la función objetivo son los siguientes:

1. Las actividades o variables.
2. Precios netos.

4.1.1.1. Las actividades o variables

El modelo tiene las siguientes variables:

a. Actividades de producción

Cada cultivo tiene sus costos de producción. Los rendimientos son el promedio de la zona para una hectárea.

b. Actividades de venta

En las actividades de venta se utilizó el precio medio rural obtenido para el estado de Michoacán.

4.1.1.2. Precios netos

El modelo está formado por los costos de producción por hectárea y por los precios de venta por tonelada de cada cultivo. Dado que se consideran actividades de siembra, cultivo y cosecha, los precios netos serán negativos (costos de producción por hectárea) y las actividades de venta positivas (precios por tonelada de cada producto). Los precios de la función objetivo son los coeficientes de las variables (X) que indican de que manera el valor total de la función objetivo es afectado por la adición de una unidad de actividad.

4.1.2. El conjunto de restricciones

Las restricciones son las siguientes:

Cantidad total de la tierra laborable en el estado de Michoacán.

Cantidad promedio (1998) de superficie dedicada a cada cultivo.

Producción promedio (1998) de cada cultivo como indicador de demanda.

4.1.3. Coeficientes técnicos

Son los rendimientos por tonelada por cada uno de los cultivos. Estos nos reflejan la demanda que una unidad de actividad ejerce sobre un determinado recurso, tienen signo positivo, si es negativo indican que aumenta la oferta del recurso.

4.1.4. Condiciones de no negatividad

Las condiciones de no negatividad se tomaron en cuenta para que el modelo no tuviera problemas al correr.

4.2. Método de solución

El método de solución fue el electrónico. Las principales ventajas de utilización del método electrónico, es el fácil manejo de la información son las, la velocidad de cálculo, el elevado número de operaciones, rutinas y funciones que se pueden incorporar, en su mayor precisión, volumen de información que se puede manejar y procesar, y la velocidad de respuesta. Todo lo anterior se traduce desde el punto de vista de la planeación en la adopción de decisiones de corto, mediano y largo plazo.

4.3. Modelo genérico

4.3.1. Información que contiene el modelo

CUADRO 10. INFORMACION SOBRE ACTIVIDADES DE PRODUCCION

CULTIVOS	SUPERFICIE	COSTOS	PRECIOS	RENDIMIENTOS
	MAXIMA HAS	PESOS POR HA	PESOS POR TON	TONS. POR HA

AGUACATE	76,463	-19,330	3,929	-10.04
MAIZ GRANO	512,448	-7,067	1,458	-2.40
TOMATE ROJO	8,416	-28,919	6,077	-25.01
SORGO GRANO	176,121	-6,290	1,077	-4.76
PRADERAS*	53,248	-8,734	365	-28.12
LIMON AGRIO	26,978	-8,146	1,765	-10.97
PAPA	5,458	-32,032	3,538	-24.56
MANGO	21,982	-18,365	3,252	-6.50
CAÑA DE AZUCAR	16,928	-15,675	236	-94.64
FRESA	3,429	-84,713	4,725	-17.76
TRIGO GRANO	51,013	-5,878	1,369	-3.67
CEBOLLA*	3,038	-15,484	2,996	-25.25
MELON	3,039	-12,068	2,991	-24.23
FRIJOL**	19,226	-4,105	7,000	-1.62
TOMATE VERDE*	4,577	-42,643	3,283	-15.28

* No se encontraron costos de producción y se calcularon.

** Se tomó el costo de producción del Estado de Chihuahua.

CUADRO 11. INFORMACION SOBRE ACTIVIDADES DE VENTA

PRODUCTO	PRODUCCION
	MAXIMA TONS.

AGUACATE	765,945
MAIZ GRANO	1,151,332
TOMATE ROJO	173,455
SORGO GRANO	723,215
PRADERAS	1,496,969
LIMON AGRIO	250,183
PAPA	124,461
MANGO	123,675
CAÑA DE AZUCAR	1,476,400
FRESA	58,226
TRIGO GRANO	181,827
CEBOLLA	74232
MELON	72093
FRIJOL	29846
TOMATE VERDE	62689

4.3.2 Resultados del modelo

CUADRO 12. RESULTADOS OPTIMOS

CULTIVO	SUPERFICIE OPTIMA A SEMBRAR HAS.	PRODUCCIÓN TONS.	VALOR AGREGADO PESOS
AGUACATE	76,320	765,945	3,009,183,440.40
MAIZ GRANO	0	0	-
TOMATE ROJO	6,936	173,455	1,054,084,300.45
SORGO GRANO	0	0	-
PRADERAS	53,243	1,496,969	547,052,351.36
LIMON AGRIO	22,804	250,183	441,460,412.65
PAPA	5,068	124,461	440,384,090.13
MANGO	19,024	123,675	402,162,654.75
CAÑA DE AZUCAR	15,601	1,476,400	348,489,456.00
FRESA	0	0	-
TRIGO GRANO	0	0	-
CEBOLLA	2,940	74,232	222,396,102.72
MELON	2,976	72,093	215,656,116.48
FRIJOL	18,423	29,846	208,923,193.84
TOMATE VERDE	4,102	62,689	205,782,284.51
Valor Agragado Total			3,680,734,880

CUADRO 13. UTILIZACION DE RECURSOS Y PRECIOS SOMBRA (SOLUCION)

CULTIVO	SUPERFICIE DISPONIBLE (HAS)	SUPERFICIE UTILIZADA (SOLUCION)	% UTILIZACION	PRECIO SOMBRA
AGUACATE	76,463	76,320	99.81%	0
MAIZ GRANO	512,448	0	0.00%	0
TOMATE ROJO	8,416	6,936	82.41%	0
SORGO GRANO	176,121	0	0.00%	0
PRADERAS	53,248	53,243	99.99%	0
LIMON AGRIO	26,978	22,804	84.53%	0
PAPA	5,458	5,068	92.86%	0
MANGO	21,982	19,024	86.54%	0
CAÑA DE AZUCAR	16,928	15,601	92.16%	0
FRESA	3,429	0	0.00%	0
TRIGO GRANO	51,013	0	0.00%	0
CEBOLLA	3,038	2,940	96.77%	0
MELON	3,039	2,976	97.93%	0
FRIJOL	19,226	18,423	95.83%	0
TOMATE VERDE	4,577	4,102	89.62%	0

CUADRO 14. SITUACION DEL MERCADO Y PRECIO SOMBRA (SOLUCION)

PRODUCTO	TAMAÑO DEL MERCADO (TONS)	APROVECHAMIENTO DEL MERCADO (TON)	% APROVECHAMIENTO	PRECIO SOMBRA
AGUACATE	765,945.0	765,945.00	100.00%	-2,002.65
MAIZ GRANO	1,151,332.0	0.00	0.00%	0.00
TOMATE ROJO	173,455.0	173,455.00	100.00%	-4,920.60
SORGO GRANO	723,215.0	0.00	0.00%	0.00
PRADERAS	1,496,969.0	1,496,969.00	100.00%	-54.82
LIMON AGRIO	250,183.0	250,183.00	100.00%	-1,022.05
PAPA	124,461.0	124,461.00	100.00%	-2,233.99
MANGO	123,675.0	123,675.00	100.00%	-426.82
CAÑA DE AZUCAR	1,476,400.0	1,476,400.00	100.00%	-70.40
FRESA	58,226.0	0.00	0.00%	0.00
TRIGO GRANO	181,827.0	0.00	0.00%	0.00
CEBOLLA	74,232.0	74,232.00	100.00%	-2,382.71
MELON	72,093.0	72,093.00	100.00%	-2,493.20
FRIJOL	29,846.0	29,846.00	100.00%	-4,466.09
TOMATE VERDE	62,689.0	62,689.00	100.00%	-492.39

Figura 5. Gráfica de superficie optima a sembrarse en el modelo genérico

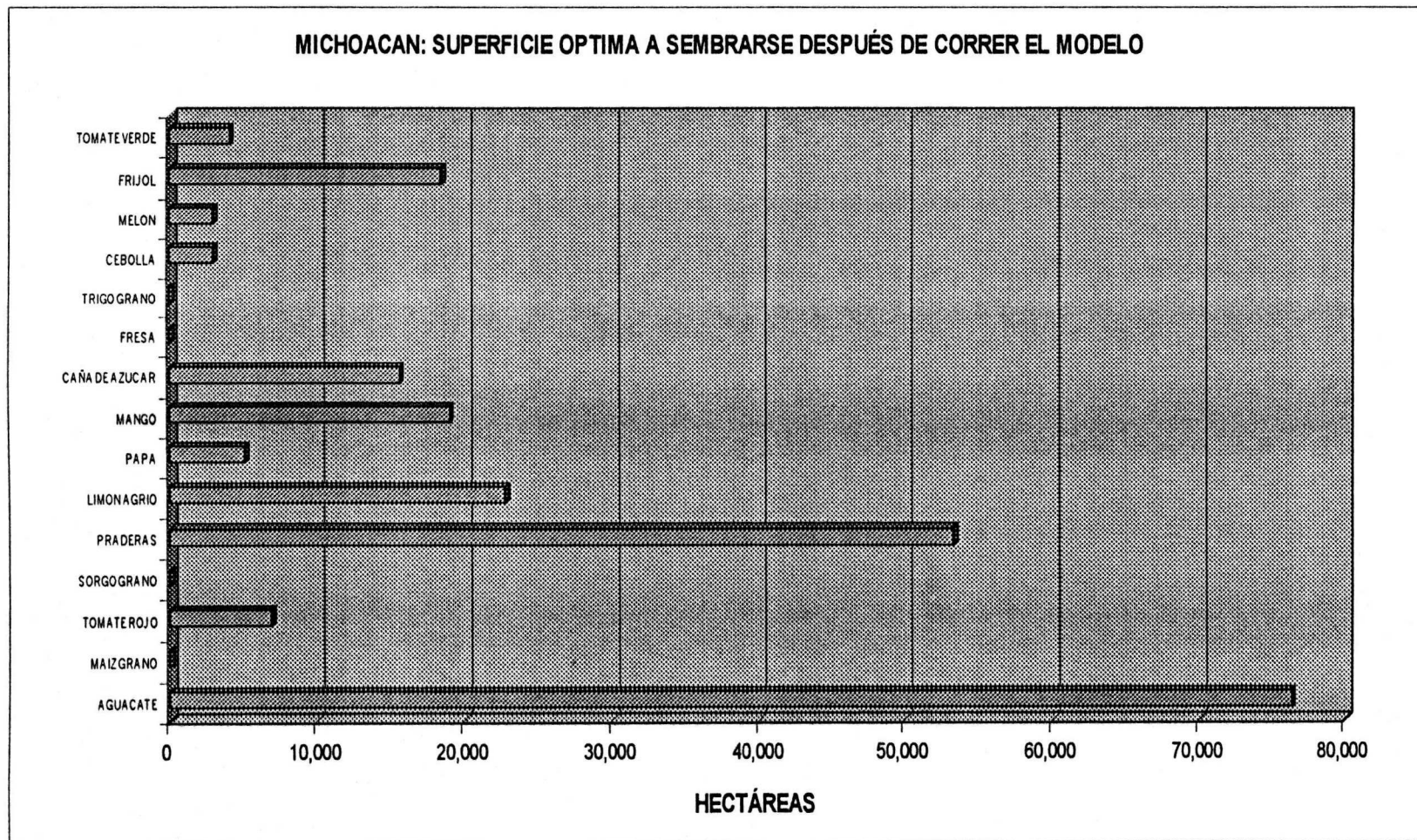


Figura 6. Gráfica de producción óptima en el modelo genérico

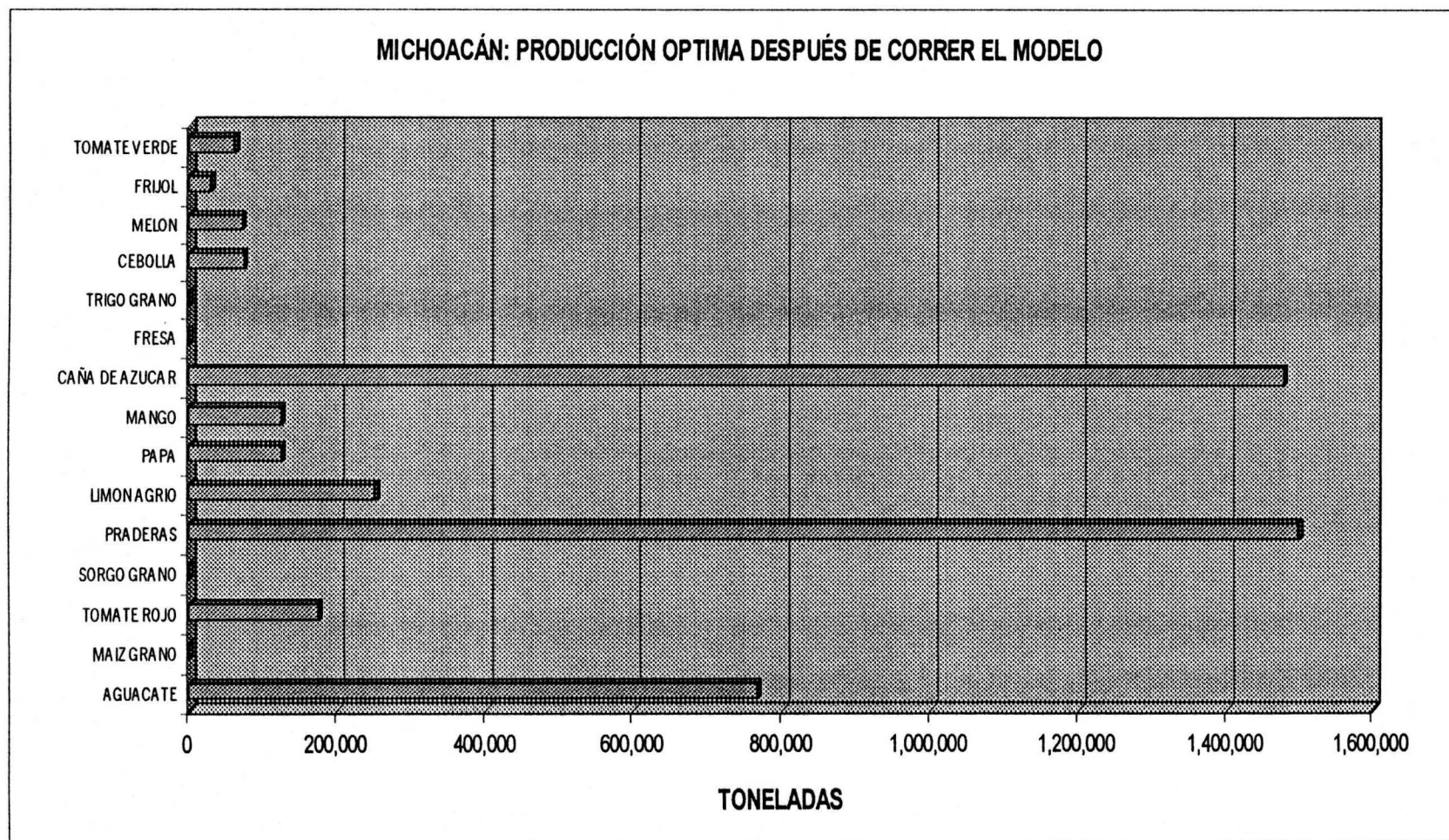
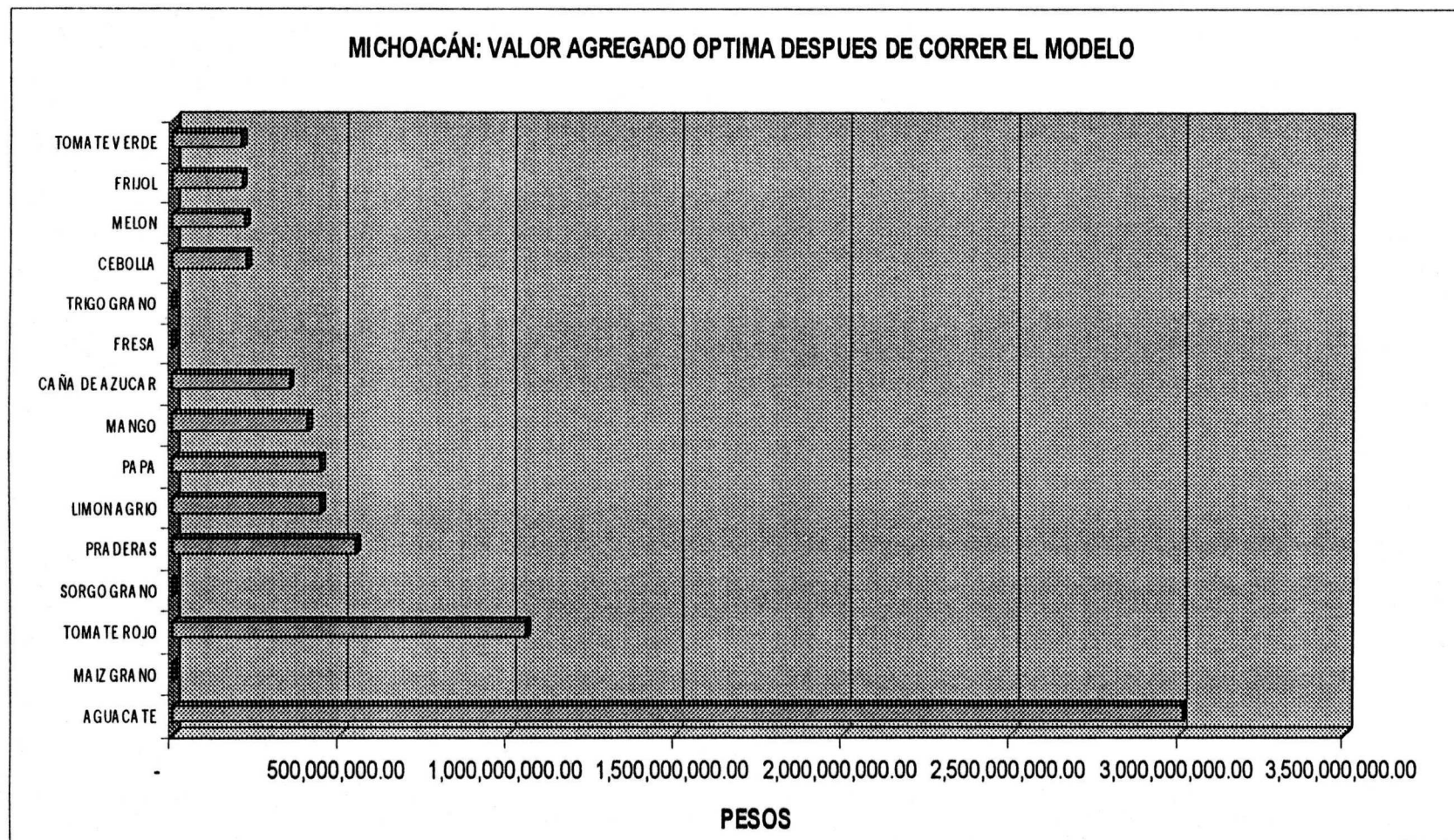


Figura 7. Gráfica del valor agregado



4.4. Modelo Diferenciado

4.4.1. Diagnostico de la red Aguacate

4.4.1.1. Origen del Aguacate

La información proporcionada por diversos estudios históricos y arqueológicos indica que la presencia del aguacate en México data de hace 12,000 años A. C., y que el aguacate es originario del sureste de México y de las zonas tropicales y subtropicales de Centroamérica, de donde se ha distribuido a otras regiones del mundo.

El nombre español “aguacate” (*Persea gratissima* Gaertnf = *Persea americana* Mill) deriva de la palabra Aoacatl o Ahuacatl y fue usado por Francisco Cervantes de Salazar en su obra México en 1554 (Covarrubias y Valle, 1984). Los numerosos nombres locales dados al aguacate son evidencia de la antigüedad de su cultivo en América Central y el Sur de México.

El cultivo se adapta principalmente a regiones con climas tropical y subtropical, con temperaturas de 18 a 20° C, donde no se presenten heladas y con altitudes hasta 2000 m.s.n.m. En las altitudes de México, además, estas plantaciones prosperan bien en suelos profundos y con buen drenaje para evitar excesos de humedad o estancamientos de agua que pidieran ocasionar pudriciones del sistema radical.

Cuadro 15. Descripción botánica del Aguacate

División:	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión:	<i>Angiosperma</i>
Clase:	<i>Dicotiledónea</i>
Orden:	<i>Laurales</i>
Familia:	<i>Lauraceae</i>
Género:	<i>Persea</i> sp.
Especie	<i>Persea americana</i> Mill.

Los caracteres botánicos de la familia de las lauráceas son, en forma general, las siguientes: plantas leñosas de gran porte, que alcanzan alturas hasta de 20 metros; de

fuste liso, con coloración café cuando son adultos y verde brillante cuando son jóvenes; con hojas coriáceas, enteras, sin estípulas, y flores cíclicas, homoclamideas, octinomorfas, hermafroditas o misenales entre dímeras y petámeras; generalmente trimeras parianto compuesta de dos verticilos; tres o cuatro verticilos estamina, algunos de ellos estaminaminodiales; con las anteras dehiscentes mediante un operaclo; la mayoría de las veces introsas, aunque extrosas en el tercer verticilo y tres carpelos rara vez reducidos a uno; con rudimentos seminales antropos y con dos tegumentos; avario súpero o más o menos hundido en la concavidad del eje floral, uniloculado y unilobuloso. El fruto se halla embutido en el tálamo, que es carnososo, baciforme o drupáceo, rodeado con mayor grado en la base por eje a modo de cúpula. Las semillas tienen la epidermis delgada y grandes cotiledones, pero carecen de albúmina. Las raíces son relativamente profundas y muy ramificadas.

El aguacate se clasifica como una drupa, que consiste en un carpelo sencillo y una sola semilla. El pericarpio (o carpelo) se compone de tejido carnososo de la fruta (mesocarpio comestible), del epicarpio (epidermis), que está cubierto por una cutícula cerosa y el endocarpio, delgado, junto a la semilla. El tejido conductivo penetra completamente en el mesocarpio, y al contrario del desarrollo de otras frutas que tienen período meristemático inicial (división de células), el aguacate continúa la división de las células durante toda su ontogenia. La gran semilla consta de dos cotiledones carnosos, plúmula, hipocotileo, radícula y dos capas protectoras de la semilla. El almidón es el componente principal del almacenamiento en los cotiledones, que proveen de energía a la nueva planta para su crecimiento.

4.4.1.1.1. Razas

El aguacate fue clasificado en primera instancia en tres grupos ecológicos o razas: Mexicana, Guatemalteca y Yucateca. Posteriormente esta última recibió la denominación de Antillana, aunque no existen pruebas de su origen en esa región. La mayoría de las variedades comerciales en los países productores como Estados Unidos, Israel, México y las Islas Canarias, etc, se clasificaron, en un acuerdo prácticamente general, en esas razas básicas.

Entre las características distintivas se tomó en cuenta la época de floración y la recolección; el peso y el tipo de corteza de la fruta; el contenido de aceite de la pulpa y la resistencia al frío, tanto en plantas jóvenes como en adultas. Veamos a continuación las más importantes de dichas características para cada raza:

Raza Mexicana. Las variedades de esta raza son las más resistentes a las heladas. Se caracterizan porque al frotar sus hojas despiden el olor característico del anís. Sus frutos son de madurez precoz, periformes o alargados. Su cascara, no leñosa, no sobrepasa los 8 decimímetros de ancho.

Raza Antillana. Se sitúa ecológicamente en los lugares bajos (menos de 500 msnm), cálidos, de una alta humedad relativa. El aspecto del árbol no es tan vigoroso como en la raza Mexicana. El fruto posee un pericarpio coriáceo y liso que se desprende fácilmente una vez maduro, de color verde; presenta pecas pequeñas; el peso de la fruta oscila entre 250 y 750 gramos, y madura entre los meses de julio-septiembre. Es la raza más sensible al frío. Produce frutos excelentemente sabrosos, pero presentan una alta merma en su comercialización. Estas variedades son muy utilizadas como patrones para

injerto. Como ejemplos de esta raza tenemos las variedades Atlixco, Bacón, Benedict, Duke, Perfecto, San Sebastián, Sinaloa, Topa-Topa y Zutano.

Raza Guatemalteca. Originaria de Guatemala, en regiones con altura de 500 a 1000 msnm. La vida de poscosecha del fruto es muy larga: hasta 5 meses después de arrancado del árbol. Los frutos son intermedios en su período de maduración; son ovoides y periformes, según la variedad, y alcanzan pesos de 125 gramos a 1.25 kilogramos por fruto. La pulpa es de buen sabor, aunque no tan bueno como el de las variedades de la raza mexicana, y tiene un contenido menor de aceite. La resistencia al frío es intermedia: las plantas jóvenes resisten entre -2° y -4° C y las adultas entre 3° y 5° C.

4.4.1.1.2. Variedades que se cultivan en México

Las variedades que han adquirido más importancia en México son Hass y Fuerte, obtenidas del cruzamiento de variedades mexicanas y guatemaltecas.

Los árboles de aguacate en México se pueden clasificar en dos grupos: en el primero se encuentran Booth 7, Booth 8, Choquett, Grana y Pahua, que es un sucedáneo del aguacate. En el segundo grupo de las variedades mexicanas están comprendidas las siguientes: Hass, Fuerte, Bocon, Rincón y los criollos.

4.4.1.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos

Clima: sensible a bajas temperaturas. La resistencia depende de la variedad y del híbrido. Las altas temperaturas (40° - 50° C) afectan la floración y la fructificación y provocan defecto en la polinización, desprendimientos del fruto, etc. Los climas en las principales zonas productoras de México, son los siguientes: a) zona de altura (Uruapan,

Atlixco, Tenancingo, etc.), con temperatura de 24° - 26°C, y b) zona subtropical (Morelos, Culiacán, Chiapas, Veracruz, etc.) con temperatura de 24° - 26° C.

Suelo: Textura media y profundos (arcillo-arenoso, migajón franco). Contenido de materia orgánica de 2.5 a 5%.

Humedad: el exceso de agua provoca asfixia radicular y fungosis (*Phytophthora cinnamoni*). La humedad depende del tipo de suelo.

Salinidad: La concentración adecuada de sales es de 3 mmhos/cm. Respecto de la salinidad para la implantación del huerto, se tienen que tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Al realizar el análisis de la solución del suelo, éste debe tener menos de 3 mmhos/cm de salinidad, un contenido de sodio menor de 5 SARC (relación sodio-calcio-magnesio) y de 6 ESPC (porcentaje de sodio intercambiable).
2. En caso de salinidad, aplicar fuertes riegos para un lavado. El agua de riego debe tener una concentración de cloruros menor de 0.2 g/lit. de agua.
3. Se debe usar portainjertos resistentes a la salinidad (raza antillana).

No usar abonos con base de cloruros (KCl por ejemplo).

Ph del suelo: rango de acidez óptimo de 5.5 – 6.5 para una mejor absorción de nutrientes.

Agua: el agua aplicada debe reunir las siguientes características: total de sólidos disueltos menor de 850 ppm.

4.4.1.2. Características químicas y nutricionales del Aguacate

4.4.1.2.1. Valor nutricional del Aguacate

La composición química del aguacate difiere grandemente de la de cualquier otro tipo de fruto para consumo en fresco ya que normalmente su contenido en proteínas es aproximadamente tres veces mayor que el de las frutas comunes tales como manzana, pera, uva, zarzamora, cítricos, plátano y otras. Únicamente la aceituna madura en conserva es ligeramente mayor en contenido proteínico. Su contenido mineral es de dos a tres veces más alto y su contenido en materia seca es más alto también que el de cualquier otro fruto. El único que se le aproxima es el plátano.

En cuanto a carbohidratos, la situación es opuesta, ya que el promedio en el aguacate es de 4.5%, mientras que el de otros frutos frescos varía entre 8 y 10% y llega a ser en algunos de 20%. La mayor parte de las frutas frescas son pobres en contenido de aceites o bien no los contienen, en cambio el aguacate presenta un porcentaje medio de 20 a 25%. Únicamente la aceituna lo supera.

El valor dietético de los frutos, independientemente de su contenido de nutrientes, descansa en su riqueza en minerales, vitaminas y ácidos orgánicos. Según este criterio, el aguacate posee valores nutritivos y dietéticos muy elevados y fuera de lo común. Más aún, se debe colocar a la cabeza de todos los frutos que se conservan frescos. Por lo que se refiere a carbohidratos, ocupa un lugar intermedio.

De las bases anteriores podemos deducir con entera seguridad que el valor nutritivo del aguacate es muy alto y es superior en la mayor parte de los aspectos comunes y corrientes.

Los valores calóricos y energéticos de los frutos comunes, por lo que se refiere a su parte comestible, son más bien bajos, encontrándose entre 385 y 880 calorías por

kilogramo. De acuerdo con las determinaciones de Jaffa y Goss, el promedio del valor energético del aguacate es de 2,300 calorías por kilogramo, o sea, aproximadamente 2.5 veces el máximo de las otras frutas.

En experimentos de digestibilidad conducidos por Mattill en 1917 se ha llegado a la conclusión de que el coeficiente de digestibilidad del aguacate es idéntico al que presenta la grasa de la leche, y aunque no se dispone de estudios con respecto al metabolismo del aguacate en relación con proteínas y carbohidratos, se presume que este fruto no es tan fácilmente digestible como cualquier otro para el cual se ha determinado este factor. La disponibilidad de las grasas y materias minerales es completamente igual a la obtenida para una dieta bien balanceada.

Se ha comprobado que el aguacate es una excelente fuente de vitamina B (antineurítica), vitamina A, vitamina C (antiescorbútica). Como en general en frutos de alto contenido de aceite, se presenta la vitamina D (antirraquítica) y la vitamina E (que actúa contra la esterilidad).

El aguacate ofrece también propiedades laxantes, las cuales dependen del efecto estimulante de la fibra sobre las mucosas intestinales y del contenido de ácidos orgánicos y minerales. El aceite tiene la propiedad de calmar y lubricar el intestino al mismo tiempo que actúa como un laxante suave. El aguacate reúne las cualidades de dos tipos de alimentos: los de una fruta y los de un aceite similar al del olivo.

4.4.1.2.2. Composición química del Aguacate

Cuadro 16. Composición alimenticia del Aguacate por razas (por 100 g. de pulpa)

CONCEPTO	MEXICANA	GUATEMALTECA	ANTILLANA
Peso medio (gramos)	250.00	619.00	638.00
Humedad	63.86	76.23	78.66
Proteínas	2.25	2.81	1.61
Grasas	25.60	16.37	9.80
Carbohidratos	6.58	3.05	9.08
Minerales	1.71	1.54	0.75
Pulpa	60.90	70.00	74.00

Fuente: FIRA, Situación y perspectiva económica de la producción de aguacate en México

Cuadro 17. Composición alimenticia del Aguacates en híbridos (%)

CONCEPTO	FUERTE	HASS	COLIN V-33
Peso medio (gramos)	306.90	250.00	350.00
Humedad	63.80	67.40	68.80
Proteína	2.10	2.85	3.04
Grasas	19.30	15.10	12.20
Carbohidratos	4.00	5.42	5.20
Minerales	2.70	2.03	1.06
Fibra cruda	8.10	7.20	8.70
Pulpa	79.23	79.20	78.70

Fuente: CICTAMEX, elaborada con datos del folleto de Salvador Sánchez Colín, Colín V-33, una nueva variedad de aguacate en México.

Cuadro 18. Valor nutritivo del Aguacate (100 g. de peso neto)

VALOR NUTRITIVO		AMINOACIDOS	GRAMOS
Porción comestible	53.00	Lisina	4.30
Energía (Kcal.)	144.00	Isoleucina	3.41
Proteína (gr.)	1.60	Treonina	2.90
Grasas (gr.)	13.50	Valina	4.61
Carbohidratos (gr.)	7.60	Leucina	5.50
Calcio (gr.)	24.00	Triptofano	-
Hierro (mg.)	0.50	Metionina	2.10
Tiamina (mg.)	0.09	Fenil alanina	3.50
Rivoflavina (mg.)	0.14		
Niacina (mg.)	1.90		
Acido ascórbico (mg.)	14.00		
Retinol (mog. Eg.)	20.00		

Fuente: M. Hernández, A. Chávez y H. Burguéz. "Valor nutritivo de los alimentos mexicanos", 1987.

Cuadro 19. Otros componentes importantes del Aguacate

CONCEPTO	MG./100 G
Calcio	24.00
Fósforo	21.70
Hierro	0.53
Tiamina (Vitamina B1)	0.09
Rivoflavina (Vitamina B2)	0.14
Niacina	1.90
Ácido ascórbico (Vitamina C)	14.00
Calorías (unidades)	172.40
Proteínas	2.66
Grasas	15.53
Hidratos de carbono	4.87

Fuente: El mercado exterior del aguacate, CONAFRUT-SARH, 1980.

Cuadros 20 Contenido de elementos nutritivos de algunas variedades de Aguacate

VARIEDAD Y RAZAS	AGUA	PROTEÍNA	GRASA	CARBOHIDRATOS	CENIZAS
Trapp (antillana)	78.66	1.61	9.80	9.08	0.85
Sharpless (guatemalteca)	71.21	1.70	20.54	20.54	1.12
Puebla (Mexicana)	62.32	1.80	26.68	26.68	1.56
Fuerte (Híbrido)	60.86	1.25	29.14	29.14	1.35

Fuente: Comisión Nacional de Fruticultura, Apuntes sobre el cultivo del aguacate, México, 1980.

Cuadro 21. Valor energético del Aguacate, comparado con otros alimentos de mayor consumo

CANTIDADES	CALORÍAS
100 gr. de arroz cocido	322
100 gr. de pan blanco	246
100 gr. de aguacate	218
100 gr. de huevo	166
100 gr. de carne magra	100

Fuente: *Ibidem*

4.4.1.2.3. Usos del Aguacate

A diferencia de otros frutos, el aguacate presenta algunas dificultades para su industrialización como puré o pasta. De hecho, el consumo mundial casi en su totalidad es como fruto fresco.

El cocimiento del aguacate deteriora su sabor y en general sus características organolépticas. En muchos trabajos de investigación se señala que la única forma en que

puede conservarse por tiempo relativamente corto, sin que cambien sus propiedades y composición, es por medio de congelación.

El aceite del aguacate tiene aplicaciones industriales en la elaboración de cosméticos y como comestible, sustituyendo al aceite de oliva (el cual es muy parecido en su composición), si las condiciones de refinación son las adecuadas.

Existen además otros productos que pueden ser obtenidos de las diversas partes del aguacate. Así tenemos, por ejemplo, que del hueso pueden obtenerse derivados que poseen actividad farmacéutica, actualmente en etapa de investigación.

El aguacate es un fruto muy apetecible como alimento y de una gran facilidad para prepararse en diferentes formas. Puede servirse simplemente en rebanadas o preparado en guacamole, crema, etc.

La variedad Hass (que no está incluida en el cuadro 5) supera comercialmente a todas las variedades por su mayor contenido de grasa, comparada con el Fuerte y definitivamente de mejor sabor.

Como se puede apreciar, el aguacate es uno de los frutos con mejor balance de contenido energético-proteínico y buen contenido de aminoácidos esenciales.

Es un imperativo mundial incrementar la producción de alimentos para alimentar a la población creciente, y en México debemos procurar incrementos notables en la producción agropecuaria como, entre otras, la frutícola aguacatera.

4.4.1.3. Características de la producción del Aguacate

La cosecha del aguacate y de la mayoría de los árboles frutales se efectúa después de que la mayor proporción de los frutos ha alcanzado la finalización de los principales procesos bioquímicos interiores y de maduración interna.

En este proceso es necesario determinar el punto de maduración comercial, que es el momento recomendado para su comercialización y consumo. El momento de la cosecha o relación se puede determinar correctamente mediante las siguientes pautas: contenido de aceite, cambios de color de la piel y pedúnculo, cambio de la densidad del fruto, modificación de la envoltura de la semilla y tiempo de la floración o maduración.

La maduración comercial del aguacate no se realiza por regla general, totalmente en la planta, sino que se concluye después de que el fruto ha sido separado del árbol y después de haber alcanzado una maduración interna adecuada (cantidad de aceite, proteínas, hidratos de carbono, etc.). Luego se la maduración interna fisiológica, el aguacate puede permanecer en el árbol (almacenamiento en el árbol) un tiempo variable – de catorce días o cinco meses –, dependiendo de la variedad. Mientras más cerca se efectúa la recolección del momento de la madurez fisiológica será más largo el tiempo de madurez para el consumo, es decir, que cuanto más tiempo el fruto del aguacate permanezca en el árbol, una vez cosechado será más acelerada su madurez comercial.

Si el fruto va a ser destinado al mercado nacional y próximo, el estado de maduración del mismo debe ser tal que el corte, empaque y manejo no demeriten la calidad –dada por el color, el sabor y la presentación–, recomendándose cortar los frutos en maduración en su segundo período, es decir, cuando la corteza ha tomado coloración propia de la variedad o subvariedad.

Si, por el contrario, el destino del fruto es la exportación o distante, el corte debería hacerse al final de la fase ácida o primer período de maduración –llamada maduración comercial–, en la cual presenta las características siguientes: la corteza permanece verde; los frutos asimismo y respiran produciéndose carbohidratos, aumenta

el volumen y se carga de ácidos orgánicos, de sustancias tánicas y de almidón, dando origen a un característico sabor ácido.

En México, considerando las principales variedades, los meses de cosecha, según su intensidad son los siguientes: a) cosecha máxima: julio y agosto; b) cosecha media: junio y septiembre, y c) cosecha mínima: mayo y noviembre.

En las principales zonas productoras de México la cosecha es manual y se utilizan escaleras y chicoles, que son varas de bambú, aluminio o madera de unos 3 metros de largo, en su extremo llevan una bolsa recolectora de lona o de malla y una tijera que es accionada con una cuerda desde la base de la vara. La tijera corta el pedúnculo del fruto y éste cae en la bolsa (FIRA, El aguacate de México). En tales condiciones de corte, el fruto resistirá el manejo que su presentación y calidad requieran y no sufrirá demérito al llegar a un mercado alejado de la plantación.

Las operaciones de la cosecha son las siguientes:

- i) La recolección debe hacerse con extremo cuidado, usando instrumentos que permitan cortar el pedúnculo sin lesionar el fruto, ya que el aguacate es muy delicado.
- ii) Debe iniciarse la cosecha en los árboles más viejos y más expuestos a los rayos solares. De preferencia, las ramas superiores se cosechan primero.
- iii) Los canastos en donde se coloque los frutos de cada árbol deben ser de tal capacidad que permitan el fácil manejo de los frutos, desechando aquellos que se encuentren deformados, picados o manchados.
- iv) Los frutos cosechados deben ser colocados con cuidado en canastos, cajas u otros recipientes, sin arrojarlos, evitando así el maltrato.

- v) Se procurará en lo posible que la recolección se haga en días secos, ventilados y soleados.
- vi) Antes de proceder al empaque debe hacerse una selección tomando en cuenta forma, color, tamaño y peso, debiendo protegerse el fruto con envoltura de papel encerado.

4.4.1.4. Tendencias

El aguacate en el mercado internacional, ha venido creciendo sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de un buen número de países, reforzado por la tendencia en el gusto del consumidor, de preferir productos naturales; de esta manera el aguacate tiene un enorme potencial por la posibilidad de consumo en fresco, además de su utilización en la industria.

La producción mundial de los últimos 5 años ha presentado crecimiento promedio del 3 % anual, pasando de una producción total en 1996 de 1,89,396 a 2,139,980 toneladas en 1999. Los principales países productores de aguacate, según su importancia son: México, Estados Unidos, Israel, España, Sudáfrica.

La tendencia de la oferta mundial, al igual que la demanda aporta datos incrementales en producción y superficie cada año. Los incrementos de nuevas plantaciones, son variables de acuerdo a las condiciones de cada país. En México la tendencia es corresponde a la estabilización por efecto de limitaciones geográficas e inestabilidad en el mercado interno.

México ocupa un lugar importante en el contexto internacional en cuanto a superficie (93,315 ha), para abastecer a futuro los mercados internacionales ya que la oferta a corto y mediano plazo puede tener una desaceleración y la demanda mundial

continuará muy posiblemente al mismo ritmo ascendente. Para el año 2000 se espera una producción de 850 mil ton. 55 % arriba del 98-99 debido a buenas condiciones climáticas y a huertas jóvenes que empiezan a producir.

Los principales estados productores de aguacate son: Michoacán con el 85% de la producción, Nayarit (2.8%); Morelos (2.2%); y Estado de México (1.8%). La producción mexicana, en los años de 1994 a 1997 contabilizó una tasa media de crecimiento del orden del 1.2%; aunque México es el principal productor solo el 8% es de calidad de exportación. Centro América sigue siendo el principal mercado de México seguido de EUA y Canadá.

La fruticultura es una de las actividades económicas más importantes dentro del Estado, ya que genera divisas, fuente de trabajo tanto en la actividad primaria como en la secundaria, dentro de esta una de las frutas más importantes es el aguacate (Quinto cultivo frutícola a nivel nacional).

Michoacán cuenta con una superficie de 77,280 hectáreas distribuida en seis regiones productoras de aguacate que comprende 25 municipios:

Región I: (Uruapan), Uruapan, San Juan Nuevo, Tingambato, Ziracuaretiro y Tancitaro.

Región II: (Tacámbaro), Tacámbaro, Ario de Rosales y Villa Escalante.

Región III: (Peribán), Peribán y Los Reyes.

Región IV: (Tingüindín), Tingüindín, Tocumbo, Cotija, Jaconá y Santiago Tangamandapio.

Región V: (Zitácuaro), Zitácuaro, Maravatío, Cd. Hidalgo, Tuxpán y Jungapeo.

Región VI: (Chilchota), Chilchota, Cojumatlán, Jiquilpan y Sahuayo.

El aguacate es importante en el estado por la ocupación a 1.5 hombres por cada 10 has. de cultivo, se estima que más de 40 000 familias viven de la actividad. Cabe

mentonar, que la derrama indirecta que se produce por esta actividad, resulta importante ya que se requieren insumos, fertilizantes, insecticidas, etc., amén del desplazamiento de la fruta que es constante todo el año tanto para el mercado doméstico como las exportaciones.

4.4.1.5. Producción en Michoacán

De la superficie total, aproximadamente un 98% corresponde a la variedad Hass, y un 2% al criollo y fuerte. De la producción total gran porcentaje se comercializa dentro del ámbito nacional, a últimos años se ha ido penetrando en mercados internacionales, específicamente en la temporada 97/98 se exportó un volumen de 49,146 ton., De las cuáles 6,032 ton. se exportaron por primera vez a los Estados Unidos, en la temporada 98/99 se exportó un volumen de 36,150 ton. , De las cuáles 9,124 ton. llegaron al mercado estadounidense.

4.4.1.6. Tendencias de consumo

El lugar preponderante que tiene México en la producción mundial es reflejo de la importancia del cultivo a nivel nacional, la producción de la fruta, se destina casi en su totalidad al consumo interno (más del 90%), el cual ha sido capaz de absorber la oferta; en este sentido, cabe resaltar que México tiene el consumo per cápita (7.5Kg) más elevado a nivel mundial.

El crecimiento demográfico del país implica una mayor demanda de alimentos, aunque el aguacate no sea un producto básico, sigue existiendo la preferencia del producto como complemento de la dieta nacional y a la vez una gran oportunidad de

satisfacer la demanda del mercado exterior. Cabe señalar que cada día se están diversificando las presentaciones del producto.

Cuadro 22. Inventarios y producción

INDICADOR/ AÑOS	1995	1996	1997	1998	1999 *
SUP. SEMBRADA	75 075	73 550	76 464	76 463	76 983
SUP. COSECHADA	73 376	73 140	64 938	76 323	76 835
REND. MEDIOS	9 044	9 651	9 819	10 036	10 070
PROD. OBTENIDA	663 636	705 848	637 631	765 945	773 762
PRECIO MEDIO RURAL	1 375	2 138	4 603	3 929	8 827

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción, CEA, SAGAR. Varios años.

La industria procesadora de aguacate ha registrado un aumento en el consumo de la fruta para elaboración de pulpa, guacamole y aceite, existen 10 establecimientos dedicados a esta actividad, la empresa Avoleo, S. A. de C.V., es líder en la producción de aceite de aguacate que tiene usos comestibles, cosméticos y farmacéuticos, oferta 300 mil toneladas anuales y cubre 60% de la demanda mundial

4.4.1.7. Conocimiento de los clientes actuales y potenciales

En el Estado de Michoacán se cuenta con las siguientes Organizaciones de productores y empaques de aguacate.

Asoc. de Exportadores y Empacadores de Aguacate Mexicano, A.C. (19 empaques).

Asoc. de Productores Exportadores de Aguacate Mexicano, A. C.

Unión Reg. de Productores y Empacadores de Aguacate de Mich. A. C. (32 empaques)

Unión Regional de Productores de Aguacate de Michoacán, A. C.

Asoc. locales agrícolas de los municipios productores de aguacate

Se observa gran desorganización entre ellas, y los resultados no han sido impactantes sobre todo en producción, comercialización e industrialización, los productores desarrollados son los que han obtenido los mayores beneficios, y los pequeños productores continúan marginados de crédito, asistencia técnica, mercado exterior, etc., gran parte de la superficie está concentrada en este tipo de productores

Cuadro 23. Empresas líderes en procesamiento y comercialización (empacadoras)

Empresa	Capacidad (Volumen/año)	
	Instalada	Aprovechada
Calavo de México, S. A.	25,000	20,000
Vifrut, S. A.	22,000	18,000
Mission de México, S. A.	20,000	16,000
Tropic de México, S. A.	18,000	15,000
Fresh Directions Mexicana S. A.	15,000	12,000
Empacadora "El Durazno"	15,000	10,000
Aguamich, S. A.	15,000	9,000
Empacadora Rivas, S. A.	15,000	8,000
Avopack de México, S. A.	12,000	8,000
Frutas Finas Gertrudis, S. A.	10,000	7,500
Frutas Finas de Valles de Michoacán, S. A.	10,000	8,000
Sociedad Cooperativa "Cupanda"	10,000	8,000
Empacadora "Acapulco"	10,000	8,000

Fuente: Agencia regional de FIRA en Michoacán.

Pequeños empaques: Habilitados en casas, patios, galeras, en la periferia de las zonas aguacateras o poblados vecinos, equipados con básculas de pequeña capacidad que no rebasan los 500 kg. Reciben la fruta a granel y por lo general, lo revenden a empacadoras más grandes, no realizan proceso de selección, estimándose un número de 118 establecimientos de este tipo.

Medianos empaques: Cuentan con infraestructura apropiada, lo cual facilita la colocación de la fruta en los centros de consumo (México, Guadalajara, Monterrey. manejan volúmenes de 1,000 – 5,000 ton/ ciclo, existen 34 empresas, 19 están asociadas a la "Asociación de Exportadores y Empacadores de Aguacate Mexicano, A.C."

4.4.1.8. Frentes tecnológicos requeridos

Es necesario mejorar las empresas de nivel tecnológico y medio con apoyos financieros que les permitan dar un mejor manejo integral a sus huertos, adquisición de vehículos, sistemas de riego, ollas de agua, perforación de pozos, equipamiento, arreglos de caminos, etc., lo anterior para que se refleje en un producto de calidad que requieren las comercializadoras y sobre todo el consumidor final.

Inducción de las empresas para que hagan uso de tecnologías de manejo integrado del cultivo a través de parcelas demostrativas y técnicos que les brinden una asistencia técnica que incluya aspectos de organización, producción, comercialización, gestión y administrativo contables.

Como se puede apreciar de los empaques más importantes y con mayor capacidad en volumen son empresas con capital extranjero, que de unos años a la fecha han tomado el liderazgo en la zona, desplazando a las empresas mexicanas del mercado. Son ellos mismos los que realizan la función de compradores-comercializadores, ya que distribuyen la fruta en el mercado Nacional como en el Exterior.

4.4.1.9. Intermediarios tecnológicos

Existen en la zona varios bufetes y asesores individuales que se desempeñan en la región aguacatera, sin embargo, se sigue reflejando un marcado individualismo y desorganización para el trabajo, lo cual se refleja en los resultados con las empresas, por lo que toca a los técnicos aprobados en aguacate, la mayoría trabaja directamente con los empaques y ellos son los que tienen mayor aceptación y resultados con productores y

empresarios, por lo que toca a los empaques, la mayoría cuenta con asesores técnicos para atender a sus principales proveedores

Existen otros intermediario tecnológicos que no otorgan asistencia técnica directa, sin embargo, realizan un buen trabajo en investigación, demostración, validación y capacitación, dentro de estos están: INIFAP, Colegio de Post Graduados, Facultad de Agrobiología y Fundación Produce.

Existen rezagos tecnológicos en la región, por ello es necesario la capacitación en aspectos técnicos-productivos tales como: Fertilización, Control fitosanitario, Riego, Poda, Cosecha, Manejo Post Cosecha, Comercialización y Organización. En Transferencia de Tecnología, se requiere impulsar a empresas de nivel tecnológico bajo y medio, para que hagan uso de tecnologías en manejo integrado de plagas y nutrición, uso eficiente del agua, establecimiento de parcelas demostrativas.

La tendencia a futuro será la conversión de tierras de temporal a riego, la fertirrigación, la agricultura orgánica ecológica y el manejo integrado del huerto.

4.4.1.10. Legislación y programas gubernamentales

Existe disponibilidad de recursos a través del programa de Alianza para el Campo, en infraestructura, Fertirrigación, Mecanización y Sanidad Vegetal

La SAGAR participa en las autorizaciones para certificar huertas y empaques para exportar a los Estados Unidos. Apoya con recursos a las juntas locales de Sanidad Vegetal para la supervisión y aplicación de la norma Oficial Mexicana NOM 066.

La participación del Gobierno del Estado esta limitada a aportar recursos complementarios para el programa de Alianza para el Campo, también prestado o avalado a APEAM para el programa de exportación a Estados Unidos

En 1998 el Gobierno Estatal crea Normex, empresa dedicada a la certificación de calidad del aguacate, para su destino al exterior.

En enero de 1997, USDA-APHIS aprobó la importación de aguacate de Michoacán a 19 Estados del Noreste (Noviembre a Febrero).

4.4.1.11. Posibilidades de crecimiento

Las posibilidades de crecimiento de la red de aguacate son muy favorables, ya que en la actividad primaria, las condiciones de clima, suelo, variedades, mano de obra, costo del cultivo son competitivas con otros estados y en otros países productores de aguacate. En la actividad secundaria, el costo también es competitivo a diferencia de otros estados y países productores del cultivo, lo cual constituye una fortaleza.

4.4.1.12. Grado de integración

La actividad aguacatera tiene un grado de integración bastante aceptable, ya que existe suficiente infraestructura donde se puede canalizar el producto para su comercialización, también existen comercializadoras extranjeras que adquieren en forma directa el aguacate.

La comercialización se realiza en forma desorganizada y especulativa (productor). Algunas organizaciones de productores tienen su propio empaque.

4.4.1.13. Nivel tecnológico de los participantes

En la actividad se distinguen dos tipos de agricultura: una tecnificada, la cual dirige su producción hacia los mercados nacionales e internacionales más importantes y

otra que se ha desarrollado de manera marginal, la cual comercializa su producto en la localidad

En la comercialización existen empresas registradas que realizan labores de selección, empaque y comercialización de aguacate, con diferentes niveles de equipamiento:

Las comercializadoras requieren capital de trabajo, apoyo para mejorar la maquinaria y equipo, mantenimiento de construcciones, adquisición de cámaras de refrigeración, así como Cursos de capacitación para el manejo del producto en campo y empaque.

4.4.1.14. Factores de competitividad

- Se tienen condiciones favorables y de recursos con gran potencial frutícola con rendimientos competitivos a nivel mundial.
- Se cuenta con buena disponibilidad de mano de obra, variedades de calidad y excelente aceptación en el mercado nacional e internacional
- Capacidad instalada para atender mercados internacional y experiencia en la actividad.

4.4.1.15. Cuellos de botella en la cadena

- **Sector primario.-** Gran parte de la superficie se encuentra concentrada en ejidos y comunidades. no tiene acceso a servicios que le permitan incrementar su productividad y por lo tanto sus niveles de rentabilidad con superficies que inhiben

el aprovechamiento de economías de escala y carencia de una cultura de utilización de Asesoría Técnica.

Falta de infraestructura para riego, Mala ubicación de huertas (terrenos marginales)

- **Sector secundario.**- Los principales empaques de la región no tienen bases de abastecimiento estables, no tienen acceso al financiamiento formal, lo cual debilita su posición competitiva ante las empresas foráneas

La producción es absorbida por empaques cuyo capital es de origen extranjero; además que dichas empresas no tienen ningún tipo de compromiso con el sector

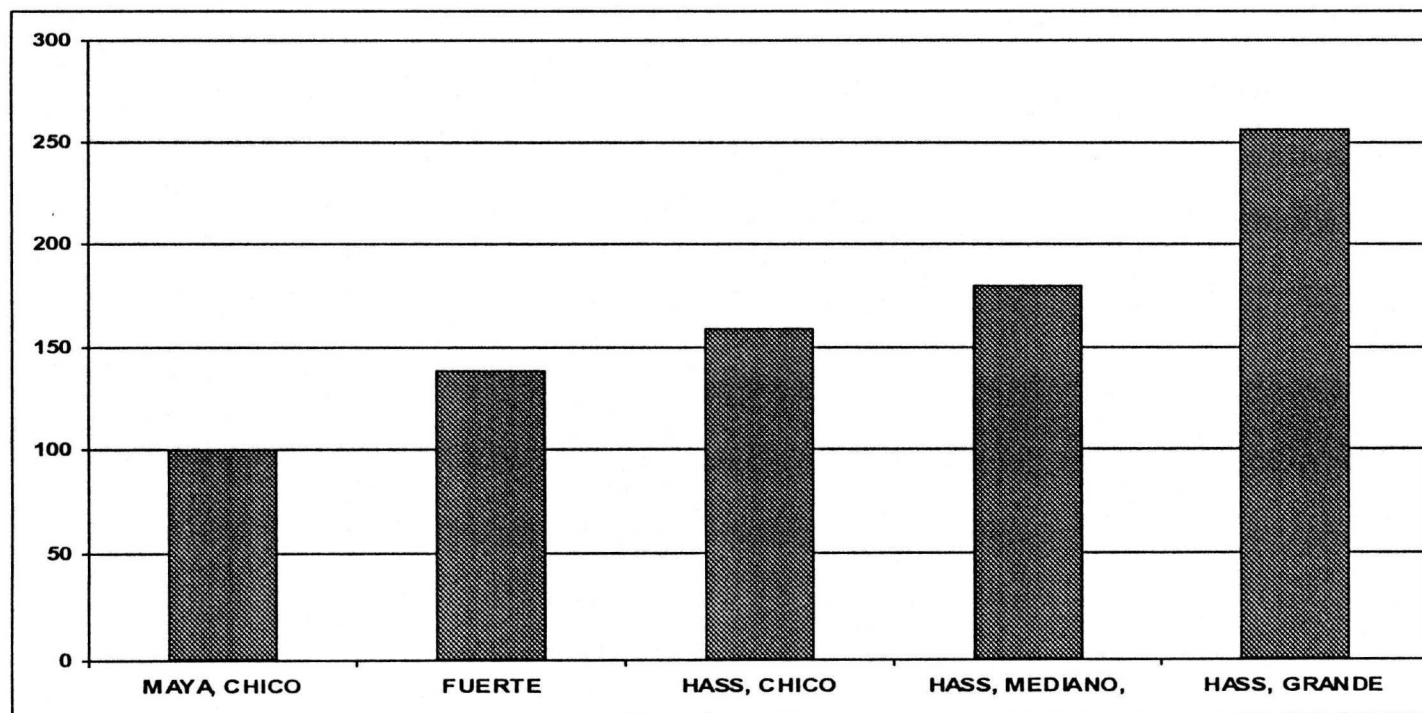
- **Sector servicios.**- Se cuenta con un número considerable de personal capacitado para dar asesoría técnica especializada; sin embargo, su trabajo es poco requerido. El profesionista “técnico” carece de un sentido empresarial y de complementación que le permita asociarse y vender sus servicios de manera más favorable. Prevalece el individualismo y la falta de una visión verdaderamente empresarial al interior de los despachos existentes.

4.4.1.16. Oportunidades de negocio

Las oportunidades de negocio de la red aguacate, por sus características y problemática presentadas, consideramos que se encuentran en los tres sectores, tanto en el primario, como en el secundario y el de servicios, se pueden realizar negocios rentables dadas las condiciones favorables que se presentan en el presente y futuro del cultivo (mercado, diversificación del producto, rentabilidad y consumo, etc.)

4.4.2. Diferenciación del Aguacate

INCREMENTO EN EL PRECIO DE AGUACATE POR DIFERENCIACIÓN POR VARIEDAD Y TAMAÑO (%*)



*Todos los precios están referenciados a 1 Kg. y el precio del producto más barato fue convertido a 100 para fines de comparación

Fuente: Elaborado con información de BANXICO

4.5. Información que contiene el modelo Diferenciado

CUADRO 24. INFORMACION SOBRE ACTIVIDADES DE PRODUCCION EN EL MODELO DIFERENCIADO

CULTIVOS	SUPERFICIE MAXIMA HAS	COSTOS PESOS POR HA	PRECIOS PESOS POR TON	RENDIMIENTOS TONS POR HA
AGUACATE	76,463	-19,330	5,893	-10.04
MAIZ GRANO	512,448	-7,067	1,458	-2.40
TOMATE ROJO	8,416	-28,919	6,077	-25.01
SORGO GRANO	176,121	-6,290	1,077	-4.76
PRADERAS*	53,248	-8,734	365	-28.12
LIMON AGRIO	26,978	-8,146	1,765	-10.97
PAPA	5,458	-32,032	3,538	-24.56
MANGO	21,982	-18,365	3,252	-6.50
CAÑA DE AZUCAR	16,928	-15,675	236	-94.64
FRESA	3,429	-84,713	4,725	-17.76
TRIGO GRANO	51,013	-5,878	1,369	-3.67
CEBOLLA*	3,038	-15,484	2,996	-25.25
MELON	3,039	-12,068	2,991	-24.23
FRIJOL**	19,226	-4,105	7,000	-1.62
TOMATE VERDE*	4,577	-42,643	3,283	-15.28

* No se encontraron costos de producción y se calcularon.

** Se tomó el costo de producción del Estado de Chihuahua.

CUADRO 25. INFORMACION SOBRE ACTIVIDADES DE VENTA EN EL MODELO DIFERENCIADO

PRODUCTO	PRODUCCION MAXIMA TONS
AGUACATE	765,945
MAIZ GRANO	1,151,332
TOMATE ROJO	173,455
SORGO GRANO	723,215
PRADERAS	1,496,969
LIMON AGRIO	250,183
PAPA	124,461
MANGO	123,675
CAÑA DE AZUCAR	1,476,400
FRESA	58,226
TRIGO GRANO	181,827
CEBOLLA	74,232
MELON	72,093
FRIJOL	29,846
TOMATE VERDE	62,689

4.6. Resultados del modelo Diferenciado

CUADRO 26. RESULTADOS OPTIMOS EN EL MODELO DIFERENCIADO

CULTIVO	SUPERFICIE OPTIMA A SEMBRAR HAS.	PRODUCCIÓN TONS.	VALOR AGREGADO PESOS
AGUACATE	76,320	765,945	4,513,713,885.00
MAIZ GRANO	0	0	-
TOMATE ROJO	6,936	173,455	1,054,084,300.45
SORGO GRANO	0	0	-
PRADERAS	53,243	1,496,969	547,052,351.36
LIMON AGRIO	22,804	250,183	441,460,412.65
PAPA	5,068	124,461	440,384,090.13
MANGO	19,024	123,675	402,191,100.00
CAÑA DE AZUCAR	15,601	1,476,400	348,489,456.00
FRESA	0	0	-
TRIGO GRANO	0	0	-
CEBOLLA	2,940	74,232	222,396,102.72
MELON	2,976	72,093	215,656,116.48
FRIJOL	18,423	29,846	208,923,193.84
TOMATE VERDE	4,102	62,689	205,782,284.51

Valor Agregado Total

5,185,293,770

CUADRO 27. UTILIZACION DE RECURSOS Y PRECIOS SOMBRA (SOLUCION) EN EL MODELO DIFERENCIADO

CULTIVO	SUPERFICIE DISPONIBLE (HAS)	SUPERFICIE UTILIZADA (SOLUCION)	% UTILIZACION	PRECIO SOMBRA
AGUACATE	76,463	76,320	99.81%	0
MAIZ GRANO	512,448	0	0.00%	0
TOMATE ROJO	8,416	6,936	82.41%	0
SORGO GRANO	176,121	0	0.00%	0
PRADERAS	53,248	53,243	99.99%	0
LIMON AGRIO	26,978	22,804	84.53%	0
PAPA	5,458	5,068	92.86%	0
MANGO	21,982	19,024	86.54%	0
CAÑA DE AZUCAR	16,928	15,601	92.16%	0
FRESA	3,429	0	0.00%	0
TRIGO GRANO	51,013	0	0.00%	0
CEBOLLA	3,038	2,940	96.77%	0
MELON	3,039	2,976	97.93%	0
FRIJOL	19,226	18,423	95.83%	0
TOMATE VERDE	4,577	4,102	89.62%	0

CUADRO 28. SITUACION DEL MERCADO Y PRECIO SOMBRA (SOLUCION) EN EL MODELO DIFERENCIADO

PRODUCTO	TAMAÑO DEL MERCADO (TONS)	APROVECHAMIENTO DEL MERCADO (TON)	% APROVECHAMIENTO	PRECIO SOMBRA
AGUACATE	765,945.0	765,945.00	100.00%	-3,966.93
MAIZ GRANO	1,151,332.0	0.00	0.00%	0.00
TOMATE ROJO	173,455.0	173,455.00	100.00%	-4,920.60
SORGO GRANO	723,215.0	0.00	0.00%	0.00
PRADERAS	1,496,969.0	1,496,969.00	100.00%	-54.82
LIMON AGRIO	250,183.0	250,183.00	100.00%	-1,022.05
PAPA	124,461.0	124,461.00	100.00%	-2,233.99
MANGO	123,675.0	123,675.00	100.00%	-427.05
CAÑA DE AZUCAR	1,476,400.0	1,476,400.00	100.00%	-70.40
FRESA	58,226.0	0.00	0.00%	0.00
TRIGO GRANO	181,827.0	0.00	0.00%	0.00
CEBOLLA	74,232.0	74,232.00	100.00%	-2,382.71
MELON	72,093.0	72,093.00	100.00%	-2,493.20
FRIJOL	29,846.0	29,846.00	100.00%	-4,466.09
TOMATE VERDE	62,689.0	62,689.00	100.00%	-492.39

Figura 8. Gráfica de superficie a sembrarse en el modelo Diferenciado

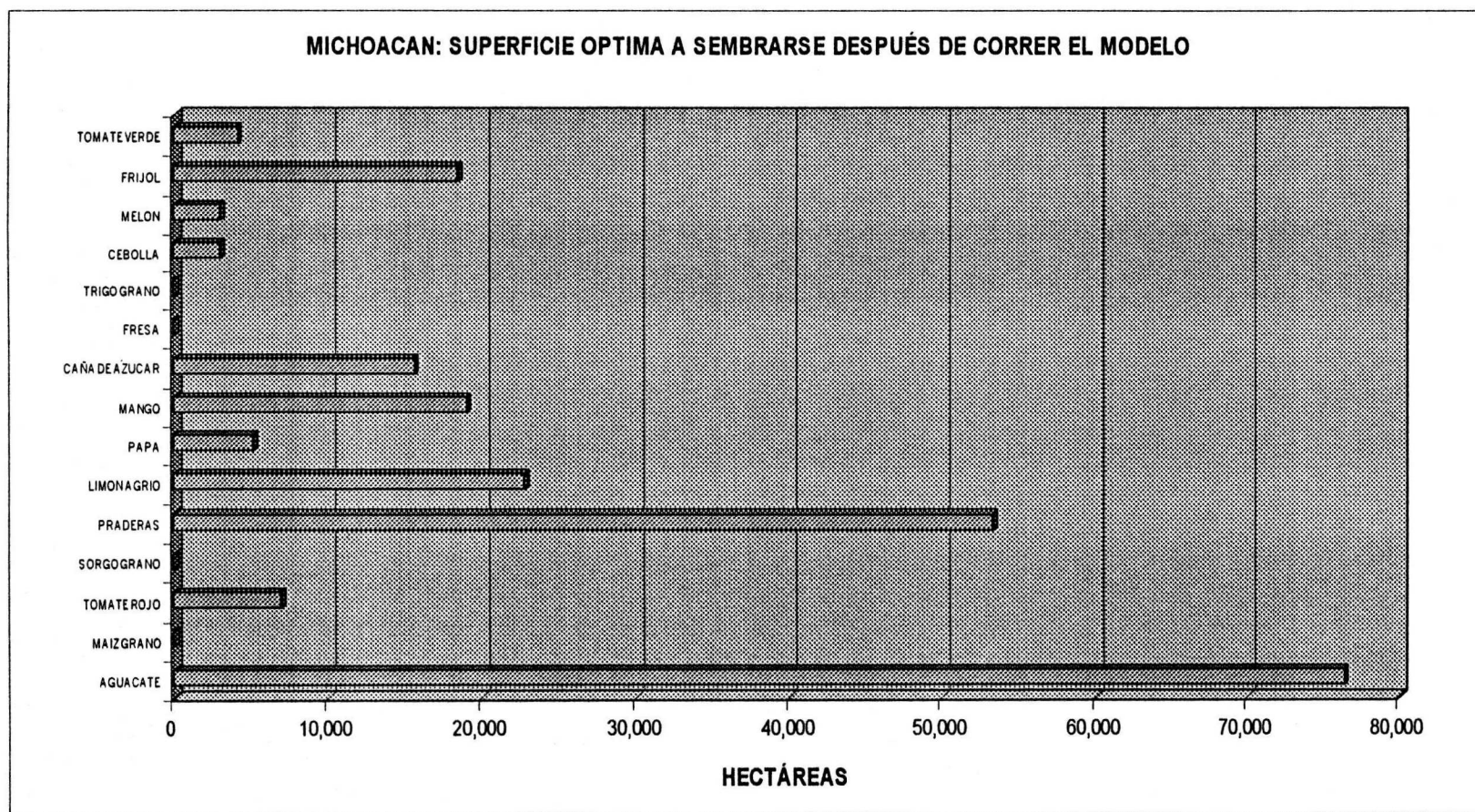


Figura 9. Gráfica de producción en el modelo Diferenciado

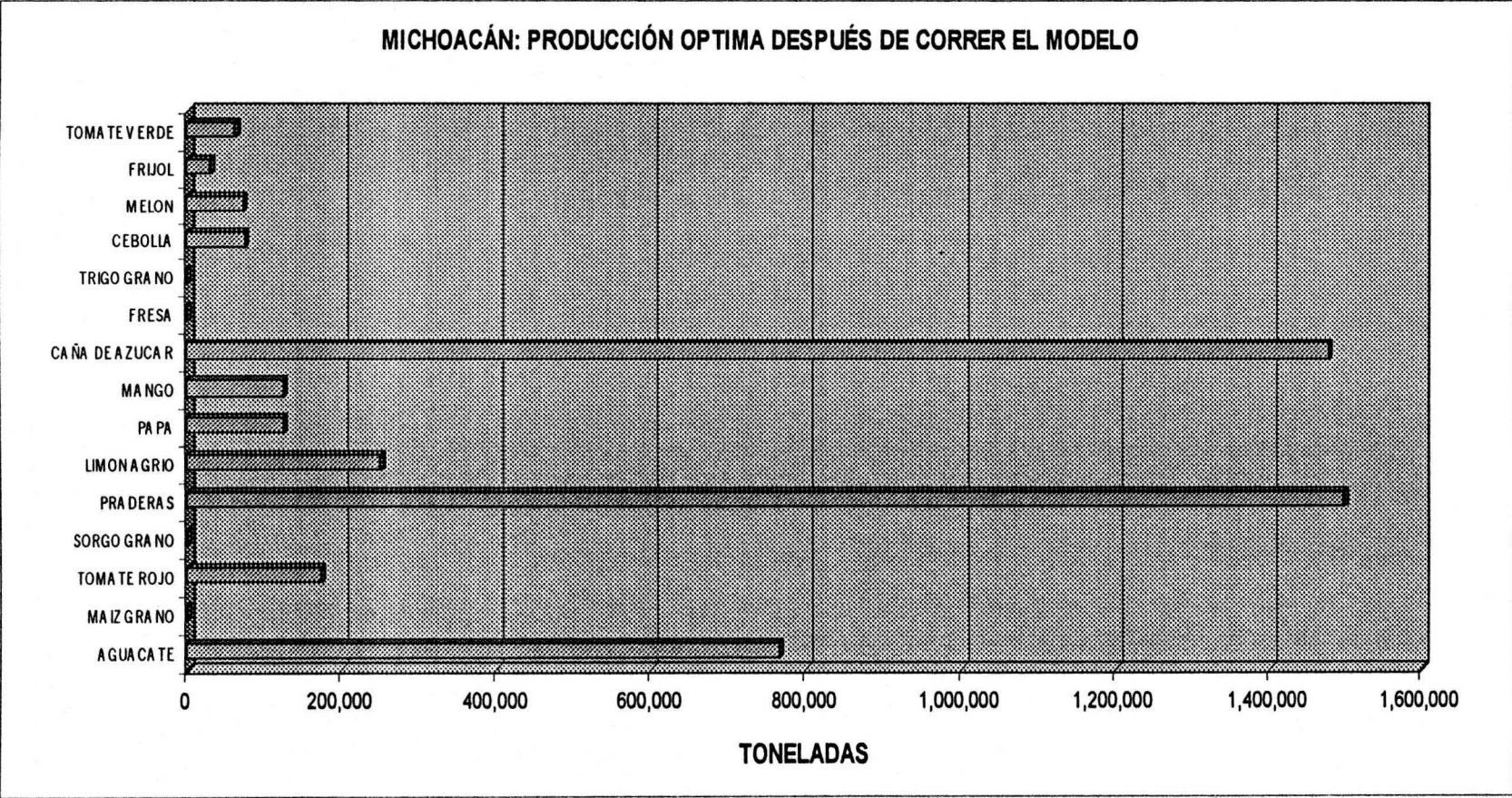
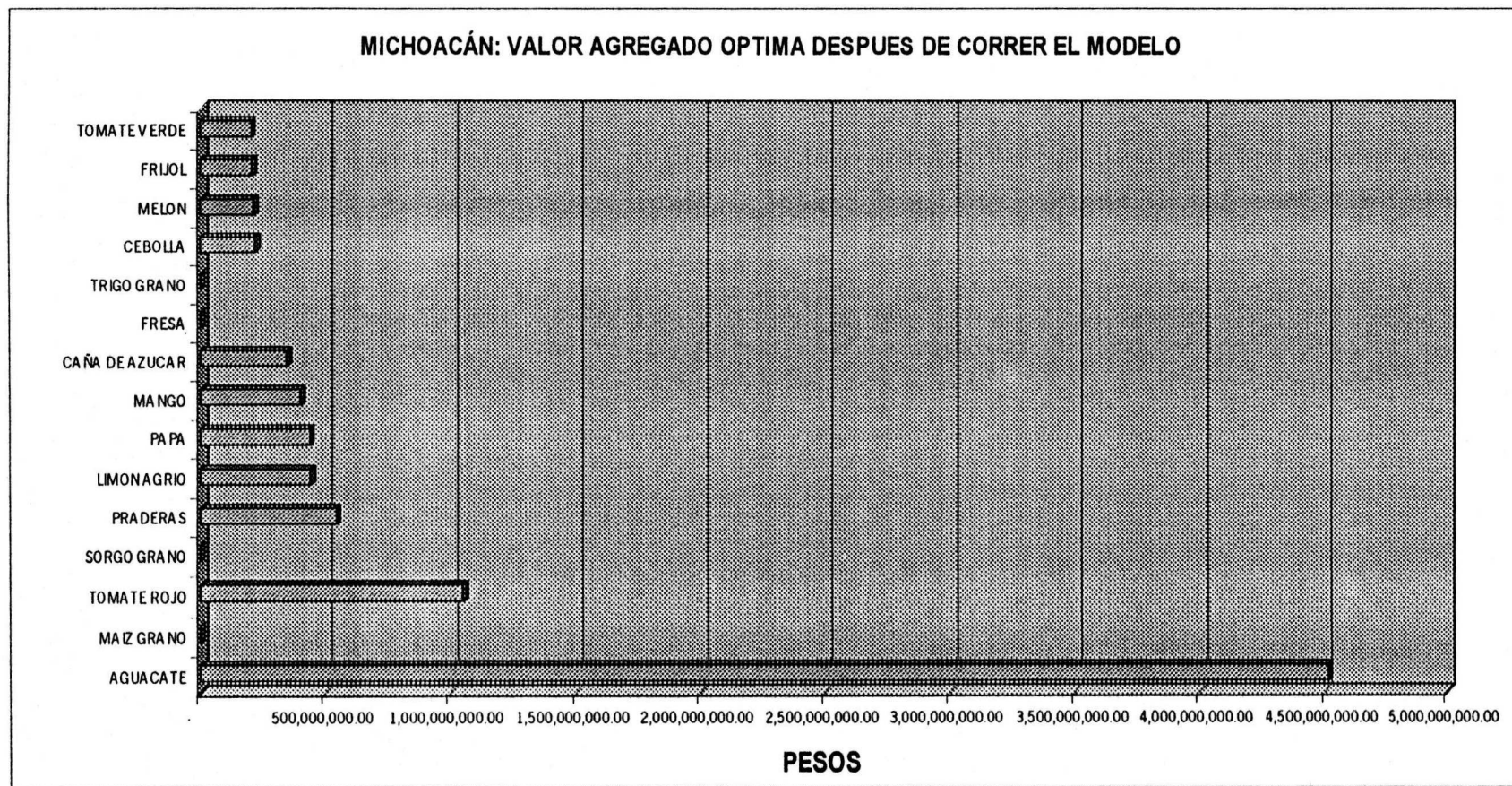


Figura 10. Gráfica del valor agregado en el modelo Diferenciado



4.7. Análisis de Resultados

De la solución del modelo se desprende que las condiciones de precios, costos y rendimientos, así como de la disponibilidad de tierra y mercado, en el estado de Michoacán sugieren la posibilidad de organizar la producción de tal forma que se generen 1,504,558,889.85 pesos superior al año base 1998, esto dio como resultado de hacer una comparación del modelo genérico (Cuadro 12) y del modelo diferenciado (Cuadro 26).

Es importante destacar que el único producto que se diferenció fue aguacate, y la diferenciación se hizo por su incremento de precio por diferenciación por variedad y tamaño, por su diferenciación se incrementan todo el valor agregado del modelo diferenciado en un 40.87 %. El cultivo que le sigue en importancia en la aportación al valor agregado es tomate rojo.

Otro aspecto relevante que se debe mencionar es que una vez que se corre el modelo en el uso de la tierra desde el punto de vista de identificar su máxima productividad, es el precio sombra que dicho cultivo, se identifica que ningún cultivo tiene precio sombra o sea es cero, en cuanto al uso de la tierra, esto significa que tenemos holgura en el recurso, o sea que parte del recurso tierra queda sin utilizarse. Y en la mayoría de los cultivos se sugiere que los cultivos no llegan a sembrarse al 100%, lo que exige la demanda, sin que ninguno llegue al 100%, en cuanto a superficie. Y además los cultivos que no se deben sembrar son maíz grano (genérico), sorgo grano, fresa y trigo en grano.

Sin embargo, los precios sombra en mercado, son bastante remarcados, teniendo el precio sombra del aguacate que es de 2002.65, que indica que si sacamos una tonelada de aguacate del mercado se van a perder 2002.65 pesos, otro cultivo que tiene mayor precio sombra en el mercadeo es el tomate rojo con 4920.60 y le sigue frijol con 4466.09, también se ve en los resultados que los cultivos que se sugieren, el mercado absorbe el 100% de la producción.

En el modelo diferenciado se puede observar que el modelo es casi idéntico que el modelo genérico, la diferencia es que mando aporta más al valor agregado, así mismo no se nota diferencia en los precios sombra en la utilización del recurso tierra, y en este caso si se utiliza el 100 % de la tierra, en la utilización del mercado tenemos que el precio sombra del aguacate incrementó de 2002 a 3966.93, lo que significa que por cada tonelada que se deje de vender se pierde 3966.93 pesos del valor agregado total, de los demás cultivos tienen el mismo precio sombra que el modelo genérico.

Es importante hacer notar que en el estado de Michoacán, los cultivos que tiene mayor superficie sembrada es maíz, trigo y sorgo, sin embargo, al correr el modelo, da como resultado que estos cultivos no deben sembrarse, esto es debido a que en el estado hay cultivos bastante redituables, por lo tanto, se el modelo sugiere sembrar cultivos más redituables para el estado para optimizar los recursos disponibles.

V. CONCLUSIONES

- La Programación Lineal es una herramienta muy confiable para el análisis de redes de valor ya que con ella se puede hacer un modelo y hacer simulaciones fáciles y rápidas, debido a la gran capacidad de los programas de computo para trabajar con una gran cantidad de variables y restricciones. Así en este trabajo se logró comprobar su utilización en la planeación de la producción del estado de Michoacán, así se ve que el valor agregado incrementa notablemente con la diferenciación de productos.
- Las principales redes del estado de Michoacán, son el aguacate y la de mango, ya que estos cultivos son los más rentables. Actualmente se siembran mucha superficie en granos básicos, siendo estos últimos menos rentables. En el futuro se sugiere que se organicen más los productores de aguacate para que tengan una ventaja en costos de producción, al comprar en mayoreo los insumos, así como también tendrán la ventaja de hacer mercadotecnia a su producción, pudiéndole dar marca, dando a conocer a gran escala las cualidades del aguacate.
- La nueva economía con todas sus implicaciones traerá muchos impactos en el sector primario ya que da la oportunidad a los productores de insertarse en ella, únicamente teniendo las señales de lo que quiere el consumidor, entonces el productor se debe

hacer a la idea de que cada vez más debe estar informado y hacercarse a la tecnología de punta, para recibir esas señales que envía el consumidor, y así producir lo que quiere el consumidor y claro éste estaría dispuesto a pagar por ello.

- La diferenciación del aguacate es una buena alternativa para lanzarse al mercado nacional y al mercado internacional, haciéndole notar todas su propiedades alimenticias, nutricionales, además de la diferenciación por tamaño y calidad, el consumidor estaría dispuesto a pagar por consumir un aguacate que tiene propiedades laxantes (para aquellos consumidores que tengan problemas con el estomago, estreñimiento), las cuales dependen del efecto estimulante de la fibra sobre las mucosas intestinales y del contenido de ácidos orgánicos y minerales. El aceite tiene la propiedad de calmar y lubricar el intestino al mismo tiempo que actúa como un laxante suave. El aguacate reúne las cualidades de dos tipos de alimentos: los de una fruta y los de un aceite similar al del olivo.

BIBLIOGRAFIA

1. **Barrera Islas, Daniel y Chalita Tovar Luis E.** 1983. Programación Lineal. Folleto, Chapingo México.
2. **Beneke, Ray y Ronald Winterboer.** 1984. Programación Lineal. Aplicación a la Agricultura, 1984, Editorial Aedos-Barcelona
3. **Bovet, David y Joseph, Martha.** 2000. Value Nets. Breaking the Supply Chain to Unlock Hidden Profits. Wiley.
4. **Brambila, P. J.** 2000. La nueva Economía Oportunidad para el Productor Primario. FIRA.
5. **Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR.** Varios Años 1995-2000. Anuario Estadístico de la producción Agropecuaria.
6. **Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT)-SARH.** 1980. El mercado exterior del aguacate.
7. **Comisión Nacional de Fruticultura.** 1980. Apuntes sobre el cultivo del aguacate, México.
8. **Consejo Nacional Agropecuario.** 1994. Oportunidades y estrategias para el desarrollo regional del sector agropecuario mexicano.
9. **Consejo Nacional Agropecuario.** 1999. Estadísticas Básicas 1989-1998.

10. **Consejo Nacional Agropecuario.** Agosto 1998. La importancia del Sector Agropecuario en la Economía Nacional.
11. **Dorfman, Robert.** Programación Lineal y Análisis Económico, Editorial Aguilar, Madrid 1962.
12. **Dormán, Solo y Samuelson.** 1994. Teoría Económica y Programación Lineal.
13. **FIRA.** 1977. Situación y perspectivas económicas de la producción de aguacate en México
14. **Gómez Gómez, Alma Alicia.** 2000. Producción de Aguacate Hass para Exportación. Editorial Itaca, Primera Edición.
15. **González Montero, Jesús.** 1981. Planificación del Sector Agropecuario. Segunda edición. Siglo veintiuno editores.
16. **Hernández, M., Chávez A. y Burguéz H.** 1987. “Valor nutritivo de los alimentos mexicanos”
17. **INEGI.** Censo de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos. 2000. Michoacán.
18. **INEGI.** Gobierno del Estado de Michoacán. 1995- 2000. Anuario Estadístico del Estado de Michoacán. Edición 2000.
19. **Maroto, A., C. J. Ciria L., Gallego M. y A Torres S.** 1996. Gestión de la producción ganadera. Modelos, técnicas y aplicaciones informáticas. España.
20. **Mena, M, J.A.** 1980. Notas de programación lineal. Universidad Autónoma Chapingo, México.

21. **Mokhtar, S. Bazaraa y Jarvis John J.** 1986. Programación Lineal y Flujos en Redes.
Primera Edición. Editorial LIMUSA.
22. **Rivero Baños, Pioquinto.** 1983. Modelos para la toma de decisiones. Tesis de
Licenciatura Chapingo, México.
23. **Sánchez Colín, Salvador.** 1994. CICTAMEX, Panorama de la agroindustria del
aguacate en México, Folleto num. 275.
24. **Sosa, Valderrama.** 1996. Planificación Industrial. México.

