



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE PARA LA
DISTRIBUCIÓN DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN
MÉXICO (2009-2011)

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de



DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA GENERAL DE PROFESIONALES

Presenta

ALFREDO ARGUETA AMADOR

Noviembre 2013

Chapingo, Estado de México

**OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE
JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN MÉXICO (2009-2011)**

Tesis realizada por **Alfredo Argueta Amador** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR: Dr. Marcos Portillo Vázquez

A stylized, handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Portillo'.

ASESOR: Dr. Ramón Valdivia Alcalá

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ramón Valdivia'.

ASESOR: Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Juan Antonio Leos'.

LECTOR EXTERNO: Dr. Juan Hernández Ortiz

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Juan Hernández'.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de posgrado; a la Universidad Autónoma Chapingo por el apoyo brindado en mi formación como doctor.

A los Doctores integrantes de mi Consejo Particular por su esfuerzo, dedicación y tiempo invertido en mi formación.

Al Dr. Marcos Portillo Vázquez, Coordinador del Posgrado de la División de Ciencias Económico Administrativas, por depositar su confianza en mí y brindarme las herramientas necesarias para el desarrollo de este proyecto de crecimiento profesional y personal.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá por ofrecerme sus conocimientos y presionar para ser mejor cada día.

Al Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez por sus consejos y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Dr. Mario Galeana de la Cruz por su amistad incondicional y apoyo profesional durante la realización del posgrado.

A Viviana Aldana D. y José Alfredo Argueta Aldana, mi esposa e hijo quienes son el motor, apoyo y la alegría de mi vida.

A José de la Luz Argueta C., Genoveva Amador G. y J. Antonio Argueta mis padres y hermano quienes siempre guían mi camino y nunca me han permitido desfallecer.

A mi familia por brindarme el apoyo incondicional y sus consejos siempre que los he necesitado.

A todos mis profesores, compañeros y amigos...

GRACIAS!

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Planteamiento del Problema	7
Justificación e importancia	9
Objetivos	11
Hipótesis	11
Metodología	12
CAPITULO 1. ESTIMACION DE LA DEMANDA	15
1.1 Antecedentes Históricos	15
1.2 Definición de Demanda	18
1.3 Curva de demanda	20
1.4 Estimación de la demanda	22
1.5 Costos de comercialización	24
1.6 Método de Mínimos Cuadrados	25
CAPITULO 2.- MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	28
2.1 Economía de mercado	28
2.2 Economía planificada	28
2.3 Programación lineal	29
2.4 Investigación de operaciones	30
2.5 El problema del transporte	32
CAPITULO 3.- IMPORTANCIA DEL JITOMATE EN MÉXICO	35
3.1 Origen e Historia	35
3.2 Importancia	37
3.3 Características del mercado	39
3.4 Balanza Comercial	43
3.5 Logística de transporte y producción	48
CAPITULO 4.- INDICADORES Y VARIABLES PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO	53
4.1 Cálculo de consumo aparente	53
4.2 Población estatal y nacional	57

4.3 Producción de jitomate por estados.....	60
4.4 Cálculo de oferta y demanda, establecimiento de orígenes y destinos	64
4.5 Calcular costos de transporte	66
4.6 Producción Histórica.....	69
CAPITULO 5.- PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL MODELO DE TRANSPORTE	71
5.1. Variable para el consumo aparente	72
5.2 Variable de población	73
5.3. Variable de producción de jitomate por estados	75
5.4 Variables de producción, oferta y demanda por estados	78
5.5 Variables de costos de transporte.	80
5.6 Función Objetivo	84
5.7 Restricciones de demanda	85
5.8 Restricciones de oferta.....	86
5.9 Presentación de Resultados.....	87
Resultados para el modelo deficitario del año 2009	87
Solución para cubrir el déficit en el modelo.....	89
<i>Producción Potencial</i>	90
Resultados para el modelo superavitario del año 2011	96
Solución para la distribución del excedente en el modelo.....	99
Conclusiones	105
Recomendaciones	107
Bibliografía.....	110
Anexos.....	113
Anexo 1. Variable para el modelo con datos del año 2009	113
Anexo 2. Modelo de transporte con datos del año 2009	116
Anexo3. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2009.....	119
Anexo 4. Variables para el modelo con datos del 2011	125
Anexo 5. Modelo de transporte con datos del 2011.....	129
Anexo 6. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2011.....	133

Anexo 7. Variables para el modelo con datos del 2011 con variables externas	139
Anexo 8. Modelo de transporte con datos del 2011 incluyendo variables externas.	140
Anexo 9. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2011 incluyendo datos del modelo externo.	145

INTRODUCCIÓN

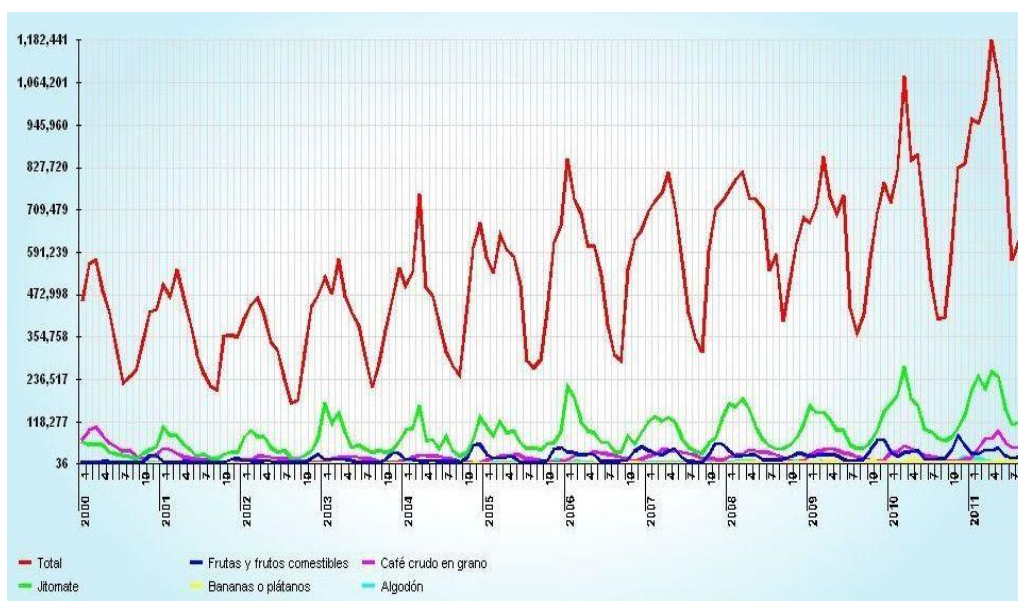
Antecedentes

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social.

La agricultura mexicana abarca numerosos productos, que constituyen el grueso de la alimentación popular y por otro sirven en forma sustancial a la exportación que aporta grandes ingresos en divisas.

En México, la producción agrícola ha venido incrementando la producción del café, algodón, tomate, plátano, piña y otros productos que integran una cantidad apreciable de las exportaciones nacionales dando una cantidad importante de entrada de divisas.

Figura 1. Balanza de productos agropecuarios – Exportación



Unidades: Miles de dólares

Fuente: INEGI 2011

El sector agropecuario es uno de los más importantes de México y representa el 2.94por ciento de las exportaciones totales (INEGI, 2012). Sin embargo, el retraso en la incorporación de nuevas tecnologías de la siembra, cultivo, recolección y distribución ocasionaron un relativo estancamiento, México no presenta niveles uniformes de desarrollo agropecuario y las zonas productivas no dan abasto a la demanda interna del país, aunque favorecen las exportaciones.

En el pasado la agricultura en México se caracterizó por usar una tecnología empírica y poco productiva, la del presente se caracteriza por el uso de dos tecnologías: la primera es la misma del pasado, algo degenerada y empleada en las áreas de temporal. La segunda es una tecnología importada de Estados Unidos, cara, derrochadora de energía y desplazadora de mano de obra, ha empobrecido a muchos y no siempre ha enriquecido a sus usuarios, ya que son frecuentes los negocios agrícolas que van a la quiebra.

Aunque las hortalizas son las de mayor valor comercial, no necesariamente son las más extensivamente sembradas o bien las de mayor rendimiento. Por ejemplo, el rendimiento por hectárea de la cebolla o el pepino podría hacer a este cultivo más rentable por encima del chile verde. Los cultivos de mayor rendimiento a nivel nacional son: Chayote con 58.3 toneladas por hectárea (ton/ha.), el Nabo (47.1 ton/ha), Berenjena (37.2 ton/ha), Col o repollo (34.1 ton/ha) y el tomate rojo (32.2 ton/ha) (SIAP, 2010).

Por otra parte, en estos cultivos los agricultores son altamente sensibles a las señales del mercado, lo cual resulta en una fuerte dinámica de sustitución de cultivos; donde el productor reemplaza los cultivos con bajo valor de mercado por aquellos con un valor mayor. Los cultivos de mayor producción son el chile verde, el tomate rojo, tomate verde, la cebolla, todos ellos en promedio para 2009sumaron más de 70,000 hectáreas sembradas (SAGARPA, 2010).

En el ámbito geográfico la producción hortalizas está concentrada en la región del Bajío y noroeste del país. El valor de la producción de las principales 20 hortalizas producidas por estado suman más del 50% del valor de la producción nacional,

destacando Sinaloa con la producción de tomate rojo y chile verde, y Baja California Norte y Sur en la producción de tomate rojo o jitomate (SAGARPA, 2010).

Dentro de las hortalizas, el jitomate es la segunda hortaliza en importancia después del chile, ha ocupado una superficie de más de 100,000 hectáreas (SAGARPA, 2010). Su importancia radica en que posee cualidades esenciales para adecuarse a la dieta alimenticia, sea consumido en fresco o procesado. Es una hortaliza importante para el país debido al valor de su producción, ocupando el lugar número 11 en este ramo, y a la demanda de mano de obra que genera. Además, es el principal producto hortícola de exportación (FAOSTAT, 2010).

La producción de hortalizas en México se caracteriza por una elevada tecnificación, para el año 2009 en promedio el 88.7% de la producción se realizó bajo sistemas de riego y sólo el 11.3% en temporal. Incluso los cultivos con mayores precios de mercado tienen preponderantemente sistemas de riego, siendo baja la proporción de producción de temporal. En el caso del tomate rojo en promedio el 89.3% se realizó con sistemas de riego (SAGARPA, 2010).

No obstante que la producción de invernadero es superior, sus costos son comparativamente muy elevados, concretamente los energéticos. Las ventajas de esta técnica de producción son: demanda creciente, un mejor control ambiental, uso eficiente del agua, producción perenne, rendimientos superiores, y la generación de empleos constantes (una empresa productora-empacadora de 30 Hectáreas emplea hasta 800 trabajadores durante el año, INEGI, 2010).

En lo que respecta a la ciclicidad, el tomate rojo tiene una ciclicidad más elevada que otros cultivos de alto valor agregado como la cebolla o el tomate verde. La producción del tomate rojo es más elevada durante los meses de Otoño-Invierno que durante Primavera-Verano (SAGARPA, 2010).

El jitomate es empacado al momento de la cosecha y comienza su viaje por una red de distribución, operada por trabajadores distintos de los productores, para

ser repartido en diversos sitios donde –con la intervención de otros hombres y mediante algún sistema de intercambio o comercialización- será puesto a disposición de los consumidores para así terminar su recorrido en el plato de la ensalada.

La volatilidad de precios en el mercado de hortalizas es considerable, especialmente entre los productos de mayor valor de mercado. Los precios promedio al consumidor mensuales de las principales centrales de abasto del país muestran variaciones recurrentes y pronunciadas que no sólo corresponden a la estacionalidad del producto, sino también a otros factores que catalizan estos movimientos como consecuencia de choques exógenos (variaciones en inventarios internacionales, y factores relacionados con la alteración del equilibrio de oferta y demanda como pérdidas de cosechas de productores a causa de sequías, plagas, transporte, intermediarios, etc.).

El caso del tomate rojo el precio al consumidor muestra estacionalidad en los meses de invierno (noviembre-enero) de precios altos atribuible a la mayor demanda del mercado estadounidense por este producto y a una caída del nivel de precios entre marzo y mayo porque la oferta se vuelca hacia el mercado interno. Sin embargo, la variación en los precios del tomate (entre los 2 y los 12 pesos por kilogramo en menos de seis meses) no sólo obedece a cuestiones de estacionalidad, sino que presentan fuertes variaciones atribuibles a volatilidad (SNIIM, 2010).

No obstante los elevados precios en el mercado interno, la volatilidad es muy fuerte, no sólo por la ciclicidad de su producción, sino también por la geografía de su producción y comercialización.

Tan sólo en los principales centros de consumo (Ciudad de México y Área Metropolitana) pese a que la oferta del producto es relativamente estable, la volatilidad del precio del tomate es mayor. En particular, analizando los precios de la Central de Abastos de la Ciudad de México, el tomate rojo proveniente de Sinaloa varía desde los 5.2 pesos por kilo hasta los 17.38 pesos por kilo, mientras

que la producción proveniente de Jalisco presenta una volatilidad de precios mayor de los 7.44 pesos por kilo hasta los 20.89 pesos por kilo. Los cambios positivos han sido absorbidos por el comerciante, mientras los choques negativos recaen sobre el productor. También cabe la posibilidad de que en el sector existan prácticas de acaparamiento y de poder de mercado (SNIMM, 2010).

El transporte constituye una parte significativa en términos de costos puesto que, la distribución de la producción se hace de manera discrecional respecto a los precios al consumidor sin importar que, el producto recorra grandes distancias para llegar a los centros de distribución. Por otra parte, las prácticas desleales de los intermediarios incluyen el acaparamiento y la imposición de los precios al productor, con lo que se transfiere el total de los costos de transporte y castiga el margen de ganancia de este último.

El margen de comercialización es un indicador importante sobre la rentabilidad en el comercio de hortalizas. También, a partir de éste se puede inferir quien absorbe los choques exógenos de los precios, si es el productor o bien el comercializador. Si el margen de comercialización es constante en el tiempo implicaría que los choques de precios son absorbidos en mayor medida por el productor; mientras que si el margen de intermediación presenta importantes variaciones en el tiempo podría ser una señal de que los choques en precios son absorbidos en menor medida por el productor.

En el tomate rojo, el tomate verde y el chile verde los márgenes de comercialización han aumentado significativamente sin que necesariamente los precios al productor varíen en una magnitud semejante. Esto es un indicativo de que se podrían estar desarrollando actividades de especulación y acaparamiento alrededor de estos productos, lo cual explica el margen de comercialización mayor. Para el tomate rojo a partir de 2001 el margen de comercialización crece más de 10 puntos porcentuales y en términos de precios la brecha entre los precios al consumidor y los precios al productor crecen a un ritmo mayor año con año (INEGI, 2010).

La implementación de estrategias empresariales innovadoras ha sido mínima, empezando por el hecho de que el productor mexicano suele dedicarse sólo a producir y no incursiona en las acciones de comercialización, siendo que éstas son las que generan mayores niveles de utilidad.

Sobre modelos o sobre distribución de jitomate se han escrito textos donde se pone de relieve la importancia de una eficiente distribución de jitomate en México, una de las ideas de más relevancia para obtener las ventajas competitivas en el sector hortícola y que las mismas generen mayores ingresos a los agentes económicos, así como una mejora en la dinámica de las regiones productoras, es preciso motivar la configuración de clúster (en español se les llama cúmulos, circuitos, redes, cadenas, etc.), que coordinen, en un marco de competencia, las diferentes fases del proceso productivo de forma tal que se ofrezca un producto de elevado valor agregado y altamente competitivo en los mercados tanto nacional como internacional.

La idea de los clústeres surge a principios de la década de los noventa, como una manera de explicar la ventaja competitiva que se adquiere por medio de la localización y la forma como las regiones pueden alcanzar mayores niveles de crecimiento y desarrollo económico en función de explotar las áreas donde pueden crear este tipo de ventajas. Los clústeres son concentraciones geográficas de empresas interconectadas, suministradores especializados, proveedores de servicios, empresas de sectores afines e instituciones conexas que compiten pero que también cooperan. Aun cuando los clústeres son desarrollados más para la economía industrial, su metodología puede ser plenamente adaptada a la economía rural en la medida que ésta logre interrelacionarse con los sectores urbanos. De hecho, esta noción de interrelaciones verticales y horizontales entre distintas áreas para obtener productos de mayor valor agregado, ha sido estudiada en agricultura bajo el concepto de “circuitos agroalimentarios”, que en términos generales significa lo mismo que clústeres (Michael Porter, 1999, Pág. 150-162).

Sin embargo, en el área de la producción de frutas y hortalizas en México se han hecho esfuerzos limitados para el desarrollo de cúmulos que se hayan consolidado en el tiempo. Quizá lo que más se ha logrado al respecto haya sido en el norte del país, principalmente en Sinaloa y Baja California, donde la organización de los productores con una visión empresarial ha permitido no sólo consolidar la producción, sino incluso incursionar en la comercialización.

Las asociaciones permiten revertir una posición a todas luces desventajosa para los pequeños productores, pues cuando éstos participan como empresas de competencia perfecta relacionándose con la comercialización que está altamente concentrada, deriva en una estructura oligopólica que les impide apropiarse de una mayor parte de las utilidades; puesto que en la actualidad —de acuerdo a estudios realizados en Estados Unidos—, 14 del total de utilidades que se generan en la producción de hortalizas, el productor de aquel país solo recibe 22 por ciento, y seguramente dicha participación es inferior en México, debido a que aquí hay más control del bróker y menos organización del productor (Macías A., 2003 Pág. 16).

Planteamiento del Problema

La producción del jitomate, es generalmente el resultado de decisiones individuales de los productores que, se dedican a generar tanta cantidad de producto como sea posible en sus extensiones de tierra. El resultado de esta actividad no planeada, son cantidades de producto que difieren de los volúmenes demandados por los consumidores. De acuerdo con el último censo, la población total, es de más de 112 millones de habitantes por lo que una correcta distribución de la producción es imperante ya que los recursos son escasos y la alimentación es un problema fundamental para el desarrollo humano (INEGI, 2010).

Por lo tanto, se generan excedentes o bien, déficits de producto que constituyen un problema de mercado que tiene que atenderse para ajustar las cantidades y así lograr un equilibrio en el mismo. Pero esta situación genera otros problemas

relacionados como el desperdicio y el precio castigado para los productores, haciendo poco atractiva esta actividad.

Se conocen los principales estados productores y demandantes de jitomate en México, pero se ignora la cantidad demandada por éstos y por lo tanto la producción de los demás estados no es la óptima provocando una competencia por el mercado que, en muchos casos es desleal usando tácticas de dumping con una guerra de precios que al final del día, los únicos perjudicados son los trabajadores dedicados a la producción de jitomate. Debido al valor de la producción y los empleos que esta actividad genera, el jitomate es la segunda hortaliza en importancia en México, por lo que una comercialización eficiente dentro del mercado nacional provocaría que el precio al consumidor sea el adecuado evitando intermediarios innecesarios (INEGI, 2010).

La transmisión incompleta de precios agrícolas y tipo de cambio a los precios internos en los países, significa que estos países no están completamente integrados al mercado agrícola mundial. No están, rentablemente hablando, comerciando tantos bienes como podrían. El tipo de cambio es una variable clave para determinar los precios de productos básicos agrícolas en un país, en consecuencia, las cantidades de bienes que éste produce, consume y comercia. Las 2 principales causas de una incompleta transmisión de tipo de cambio para los productos agrícolas son políticas de comercio y condiciones de mercado deficientes.

Estas condiciones de mercado incluyen la comercialización del producto al menor costo de transporte, a lo cual se enfocará esta investigación. Es igual de importante cubrir la demanda nacional al menor costo y de esta manera se podrán beneficiar los productores y consumidores de mejores precios tanto de venta como de compra.

Justificación e importancia

La producción de jitomate es relevante para el país ya que constituye una fuente de ingresos para productores, genera divisas (México ocupa el 1er lugar de exportaciones de Jitomate en el mundo), se produce en todos los estados del país aunque en diferente medida convirtiéndolos tanto en consumidores como demandantes.

En el país, la superficie agrícola sembrada es de 21.9 millones de hectáreas que presenta poco más de la onceava parte del territorio nacional. Del total de la tierra agrícola sembrada, 17 millones de hectáreas son de temporal y 4.9 millones de riego, correspondiendo al 77.6% y 22.3% respectivamente (SAGARPA, 2010).

En 2011 el campo mexicano produjo en promedio 10.7 millones de toneladas de hortalizas anuales en una superficie sembrada promedio anual de 586.5 miles de hectáreas y con un valor comercial promedio de 47,326 millones de pesos (mdp) anuales durante este mismo periodo (SIACON, 2012).

No obstante que las hortalizas se caracterizan por altos precios en el mercado, no todas sus variedades son igualmente beneficiosas y/o poseen los mismos rendimientos. Entre los tipos más rentables destacan: el tomate rojo, cuyo valor promedio de la producción en 2011 fue 10,337 mdp; el chile verde con un valor promedio de 12,009 mdp; la cebolla con valor promedio de 4,566 mdp; tomate verde con valor promedio de 2,271 mdp, la calabacita con promedio de 1,726 mdp y el pepino con un valor promedio de 2,128 mdp (SAGARPA, 2010).

México se encuentra entre los principales productores y exportadores de hortalizas en el mundo, se ubica en el cuarto lugar a nivel mundial y el primero en el continente. Otros exportadores de gran peso son: Países Bajos, España, China, Francia, Bélgica, y Canadá; los diez principales productores de hortalizas suman alrededor de 70% de la producción de hortalizas en el mundo (FAOSTAT, 2010).

En contraste, los grandes importadores de hortalizas son la Unión Europea y los Estados Unidos que suman el 50% del valor mundial de las importaciones de hortalizas; y en menor medida Canadá, China y Japón (FAOSTAT, 2010).

La relevancia del transporte de jitomate radica en que es un elemento de primera importancia en términos de margen de utilidad en toda la cadena de distribución. El margen de comercialización mayorista de las hortalizas en México es elevado, en los productos de mayor comercialización alcanza en promedio más del 50%. Aun entre los productos con mayor volumen de producción y mayor valor de mercado existen diferencias notorias (SAGARPA, 2010).

Durante el periodo 1998-2009 los márgenes de comercialización al mayorista han tenido una tendencia creciente, aunque más marcada en el tomate rojo, el chile verde y el tomate verde. Por el contrario en el caso del brócoli el margen se mantiene constante e incluso a la baja y en el pepino es relativamente constante. De esto se infiere que en los primeros tres productos (tomate rojo, tomate verde y chile verde) los choques en los precios (positivos) los absorbe en menor medida el productor, mientras que en el caso del brócoli y pepino los choques en buena medida son absorbidos por el productor.

Por lo que un estudio para minimizar el costo de transporte de jitomate puede significar la eliminación de agentes o intermediarios los cuales tienen una participación importante en los márgenes de utilidad dentro de la cadena de valor del jitomate, y puede llegar a representar hasta un 46 % contra el rango de 3 a 7 % de margen que recibe el productor. (Avendaño, 2005 Pág. 33-40).

Cuadro 1. Principales productores y consumidores de jitomate en México

Posición	Productores	DF. y A. Metropolitana
1.-	Sinaloa	Chihuahua
2.-	Baja California	Tabasco
3.-	Zacatecas	Nuevo León
4.-	Michoacán	Yucatán
5.-	San Luis Potosí	Puebla

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2011).

Es por lo anterior que el presente trabajo de investigación cobra importancia, ya que al contar con información precisa de la demanda en los diferentes orígenes y las rutas óptimas para la distribución del jitomate, el productor tiene la herramienta necesaria para planear su producción en tiempo y forma, cubriendo así la demanda con el mayor beneficio para él y las personas que se emplean en esta actividad.

Objetivos

- Generar un procedimiento metodológico y práctico que los productores puedan aplicar para planear su producción, distribución y venta. De esta manera podrían obtener mayores beneficios cubriendo el total de la demanda.
- Formular un modelo de distribución del producto con un costo mínimo en su transporte con lo cual se pretende identificar qué cantidades de productos enviar de cada centro productor a cada centro de consumo
- Identificar las áreas productoras y consumidoras así como los volúmenes de producto generado.
- Calcular los costos de transporte del producto de cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos.
- Determinar los lugares de origen con mejor ubicación geográfica para el mercado del producto así como lugares con mayores problemas de ubicación
- Calcular el consumo aparente por persona y población

Hipótesis

- La demanda o consumo local, partiendo del consumo aparente per cápita y por población, se cubre absorbiendo altos costos de transporte por parte de los consumidores finales. Los canales de distribución para el jitomate son inadecuados, porque existe intermediarismo innecesario, afectando directamente a los productores y a los consumidores, por lo que se considera que:

- Con un modelo de distribución se pretende demostrar que con la optimización de los puntos de venta puede reducirse el intermediarismo y que al menos los productores más grandes, debido a su excedente, tienen la capacidad de enviar su producto a otras áreas logrando así, convertirse también en un centro demandante aun siendo productor.
- El modelo también mostrará que los productores podrán contar con una herramienta en el corto plazo, para la toma de decisiones en cuanto a producción y establecer rutas y medios de transporte a bajo costo para la comercialización del producto,
- Se pretende demostrar que la producción doméstica bastará para cubrir la demanda y se podrán establecer rutas y medios de transporte a bajo costo para la comercialización del producto.

Metodología

El alcance de este trabajo de investigación comprende la obtención de datos sobre productores a nivel nacional así como la cantidad ofertada por entidad federativa, estimación de consumo aparente per cápita y de esta manera establecer una demanda nacional por entidad federativa, investigar y describir el mercado local del producto, incluir datos importantes al modelo en cuanto al mercado externo del jitomate, tanto importaciones como exportaciones.

Para lograr lo anterior, se debe tener en cuenta el consumo aparente por persona y población; identificar los volúmenes de producción más convenientes para generar en cada una de las áreas productoras para años futuros; establecer en qué medida debe bajar el costo de transporte para que entre a la solución una ruta que no apareció en la solución, introduciendo un posible subsidio al transporte.

De igual forma abarca la investigación de rutas activas, datos históricos de áreas sembradas y rendimiento en sus respectivas entidades y emitir recomendaciones para el fomento de producción.

En cuanto a este punto, se limitó a la obtención de los datos que se tienen disponibles sobre producción de jitomate en cada estado del país, al procesamiento de los mismos mediante un modelo matemático y la emisión de recomendaciones respecto a rutas para distribuir al menor costo.

Los rendimientos de la producción que se obtuvieron en otros lugares, quedan fuera del alcance de este trabajo de investigación, por lo tanto se evitó hacer evaluaciones respecto a estimaciones de producción usando otras técnicas y procedimientos.

Para la obtención de resultados se utilizó el modelo de transporte, cuyos componentes son:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Dónde:

Z es el total del costo de distribución de la producción de jitomate en México

C_{ij} es el costo de transporte del origen i al destino j

X_{ij} es la variable que representa la cantidad a transportar del origen i al destino j

i es el origen que va desde uno hasta m

j es el destino que va desde uno hasta n

Las restricciones que se tomaron en cuenta son:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= u_i; \quad i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= v_j; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Donde

U_i es la cantidad disponible (oferta) para enviar de los i orígenes a los m destinos

V_j es la cantidad demandada para recibir de los j destinos desde los n orígenes.

En secciones posteriores se explica a detalle el modelo.

CAPITULO 1. ESTIMACION DE LA DEMANDA

El punto de partida para evaluar un proyecto debe ser la identificación de la demanda y de los posibles beneficios. La comprensión de estos factores es clave porque éstos determinan si la inversión en verdad se justifica debido a que la inversión contribuye a mejorar la calidad de vida, en el caso de proyectos sociales, medioambientales y de apoyo.

Los métodos para estimar la demanda varían según el producto o servicio ofrecido. El caso más sencillo es el de los productos no perecederos que cuentan con una amplia demanda (por ejemplo, arroz, trigo y maíz), no obstante, también se puede determinar la demanda para productos perecederos, especializados o innovadores, así como, para servicios.

Para elaborar el modelo de transporte es necesario estimar la demanda del producto en cada lugar considerado como destino. En conjunto, forman parte del modelo como restricciones a cumplir por el mismo en su solución. Esta cantidad representa una estimación del consumo del producto de acuerdo al área geográfica analizada, ya sea porque se cuentan con estos datos por diferentes medios como encuestas al público en general, pronósticos, proyecciones basadas en datos históricos, etc.

1.1 Antecedentes Históricos

A pesar que el modelo es generalmente atribuido a Alfred Marshall (debido a que el autor formalizó, analizó y extendió su aplicación), el origen del concepto es anterior. La expresión 'oferta y demanda' fue acuñada por James Denham-Steuart en su obra Estudio de los principios de la economía política, publicada en 1767. Adam Smith usó esta frase en su libro de 1776 La riqueza de las naciones, y David Ricardo, en su libro Principios de política económica e impositiva de 1817, tituló un capítulo "Influencia de la demanda y la oferta en el precio".

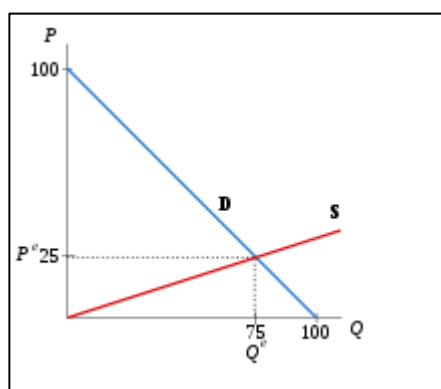
En el libro La riqueza de las naciones se asume, en general, que la demanda es relativamente fija en el plazo corto y mediano (dependiendo últimamente de la

cantidad de personas), y que, consecuentemente, es únicamente la oferta la que hace que el precio suba o baje. Conviene recordar que en aquellos tiempos las empresas eran pequeñas, y solo podían contribuir, cada una, fraccionalmente a satisfacer la demanda. Esto, junto a la existencia de libre competencia, hacía que los precios de mercados disminuyeran al máximo posible, tendiendo al costo de producción, el que, a su vez, depende de consideraciones técnicas, no de la demanda (Smith, 1994Pág. 112).

Durante los últimos años del siglo XIX surgió la escuela de pensamiento marginal. Este campo fue iniciado por Stanley Jevons, Carl Menger y Léon Walras. La idea principal es que el precio se establecía a partir de la demanda: los consumidores solo pagan lo que consideran adecuado por la utilidad que perciben recibirán de los bienes, cualquiera sea el costo de producción. Esto fue un cambio sustancial respecto a las ideas de Adam Smith sobre la determinación del precio de venta.

Este modelo fue criticado más tarde por Alfred Marshall en su libro Principios de economía, donde re-introduce a la visión marginalista, a través de la metáfora conocida como las *tijeras de Marshall*, la consideración del efecto de la oferta, formalizando el modelo de la oferta y la demanda.

Figura 2. Tijeras de Marshall



Fuente: Marshall, 1972.

Desde finales del siglo XIX, esta teoría de la oferta y la demanda se ha mantenido prácticamente inamovible. La mayoría de los estudios posteriores se han centrado en buscar adecuar el modelo a situaciones más reales, incorporando aspectos tales como los costos de transacción, la racionalidad limitada o incluso el principio de no racionalidad, etc. basados en la percepción que es el caso que la situación real del mercado corresponde a una de competencia imperfecta.

En el siglo XX una variedad de autores como Joan Robinson; Edward Hastings Chamberlin; Heinrich Freiherr von Stackelberg; Jan Tinbergen; Wassily Leontief, etc., introdujeron una serie de adecuaciones o modificaciones parciales a la formalización de Marshall, la teoría fundamental.

El modelo establece que en un mercado libre, la cantidad de productos ofrecidos por los productores y la cantidad de productos demandados por los consumidores dependen del precio de mercado del producto. La ley de la oferta indica que la oferta es directamente proporcional al precio; cuanto más alto sea el precio del producto, más unidades se ofrecerán a la venta. Por el contrario, la ley de la demanda indica que la demanda es inversamente proporcional al precio; cuanto más alto sea el precio, menos demandarán los consumidores. Por tanto, la oferta y la demanda hacen variar el precio del bien.

Según la ley de la oferta y la demanda, y asumiendo esa competencia perfecta, el precio de un bien se sitúa en la intersección de las curvas de oferta y demanda. Si el precio de un bien está demasiado bajo y los consumidores demandan más de lo que los productores pueden poner en el mercado, se produce una situación de escasez, y por tanto los consumidores estarán dispuestos a pagar más. Los productores subirán los precios hasta que se alcance el nivel al cual los consumidores no estén dispuestos a comprar más si sigue subiendo el precio. En la situación inversa, si el precio de un bien es demasiado alto y los consumidores no están dispuestos a pagarlo, la tendencia será a que baje el precio, hasta que se llegue al nivel al cual los consumidores acepten el precio y se pueda vender todo lo que se produce mejor.

1.2 Definición de Demanda

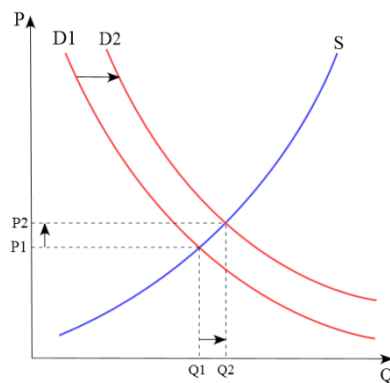
La demanda se define como la cantidad, calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos en los diferentes precios del mercado por un consumidor (demanda individual) o por el conjunto de consumidores (demanda total o de mercado), en un momento determinado.

La demanda es la cantidad de un bien que los compradores desean adquirir a cada precio concebible. Así, la demanda no es una cantidad específica, como seis productos, sino una descripción detallada de la cantidad de producto que el comprador adquiriría a todos y cada uno de los precios que se podrían aplicar.

Además, existe una demanda que siempre es exógena en los modelos ya que no está determinada por ninguna circunstancia estudiada (endógena) en el modelo, tal es el caso de productos que son consumidos indiferentemente a ciertos factores económicos como lo son las vacunas que necesariamente tienen que comprar los Estados por determinadas leyes o condiciones sociales.

La demanda puede ser expresada gráficamente por medio de la curva de la demanda. La pendiente de la curva determina cómo aumenta o disminuye la demanda ante una disminución o un aumento del precio. Este concepto se denomina la elasticidad de la curva de demanda.

Figura 3. Representación gráfica de las curvas de Oferta y Demanda



Fuente: Mankiw, 2002.

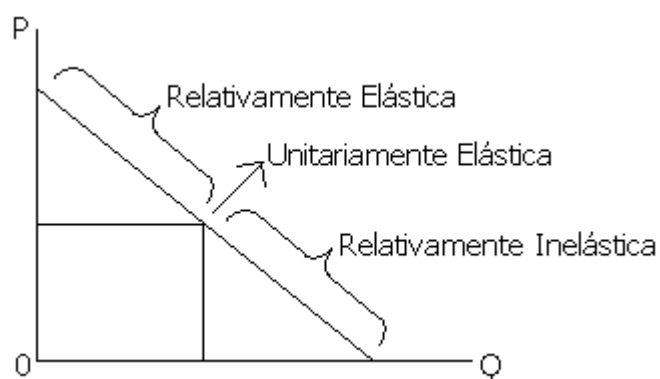
En relación con la elasticidad, la demanda se divide en tres tipos:

Elástica, cuando la elasticidad de la demanda es mayor que 1, la variación de la cantidad demandada es porcentualmente superior a la del precio.

Inelástica, cuando la elasticidad de la demanda es menor que 1, la variación de la cantidad demandada es porcentualmente inferior a la del precio.

Elasticidad unitaria, cuando la elasticidad de la demanda es 1, la variación de la cantidad demandada es porcentualmente igual a la del precio.

Figura 4. Grafica de los tipos de elasticidad.



Fuente: Mankiw, 2002.

La oferta no es una cantidad particular sino una descripción completa de la cantidad que los vendedores están dispuestos a vender a cada precio posible.

La demanda describe el comportamiento de los consumidores a cada precio. Para cada precio dado hay una cantidad demandada. El término cantidad demandada sólo tiene sentido con relación a un precio particular. Lo mismo puede aplicarse a los conceptos de oferta y cantidad ofrecida.

La demanda, que relaciona precio y cantidad demandada, y la oferta, que relaciona precio y cantidad ofrecida se construyen bajo el supuesto de todo lo demás constante. Siendo todo lo demás constante, a menor precio del producto, mayor cantidad demandada. Siendo «todo lo demás constante», a mayor precio del producto, mayor la cantidad ofrecida.

Relación negativa entre el precio y la magnitud de la demanda: La relación entre la cantidad demandada y el precio es inversa, esto se refleja en la pendiente negativa de la Curva de demanda, es decir: a mayor precio *ceteris paribus* (permaneciendo constante todo lo demás), menor cantidad demandada y a menor precio mayor cantidad demandada. Esto se conoce con el nombre de Ley de la Demanda de Pendiente Negativa. Hay que tener en cuenta que la variable independiente es siempre el precio.

1.3 Curva de demanda

La curva de demanda es un gráfico útil para predecir el efecto posible o probable de ciertas situaciones económicas en el consumo de bienes. Frecuentemente se habla de la curva de demanda como un objeto realmente existente, aunque realmente es un objeto abstracto cuya existencia se deriva de supuestos matemáticos concretos que a veces se cumplen sólo muy aproximadamente. Además la curva de demanda y sus propiedades dependen de que los consumidores presenten racionalidad perfecta, las mercancías sean infinitamente dividibles y otra serie de supuestos. Sin embargo, aún con las limitaciones que puedan imponer las abstracciones anteriores, la curva de demanda es un gráfico teórico útil para comprender el comportamiento cualitativo de los mercados, y en muchos casos pueden ser incluso una descripción empíricamente adecuada.

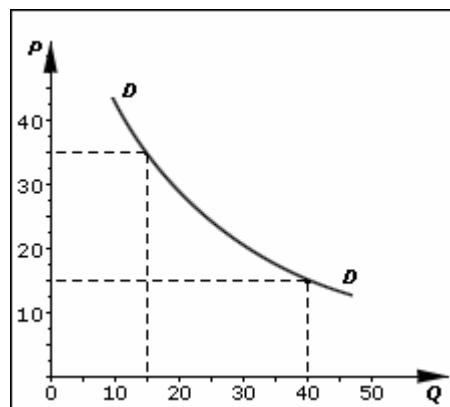
Los factores que determinan la demanda de un bien son el precio del mismo, el precio de los demás bienes, la renta personal del consumidor y también las preferencias o gustos de los individuos. Los desplazamientos a lo largo de la curva de demanda expresan la variación de la cantidad demandada por efecto del precio, asumiendo que los demás factores se mantienen constantes.

Para un consumidor dado, que consume n bienes diferentes, la demanda de este consumidor de un determinado producto P dependerá no sólo de la renta disponible y sus preferencias sino también del precio de los $n-1$ productos que configuran su cesta de compra, sólo cuando se considera el supuesto de *ceteris*

paribus para los mercados de los otros $n-1$ productos y la renta resultará una curva demanda para P únicamente dependiente del precio del producto P .

La curva de demanda precio normalmente tiene una trayectoria descendente que muestra cómo, a medida que sube el precio, va descendiendo el consumo del producto. Excepcionalmente existen unos bienes, denominados bienes giffen, para los que la curva de demanda precio no es decreciente. Un bien Giffen sólo puede existir en un mercado con otros bienes sustituibles.

Figura 5. Curva de Demanda típica



Fuente: Guerrien, (2010).

Cuando la curva de demanda se desplaza hacia la derecha, explica un aumento en la demanda debido a la variación de un factor distinto del precio, y cuando la curva se desplaza hacia la izquierda esto manifiesta una disminución en la demanda debida también a la variación de un factor distinto del precio.

Los desplazamientos de la curva de demanda puede deberse a:

- El aumento de la población demandante del bien.
- Cambios en las perspectivas de precios futuros.
- Cambios en las preferencias de los consumidores.
- El aumento de la renta disponible de algunos consumidores.

- Si se está considerando la demanda de un determinado bien P con independencia del resto, la alteración del precio de alguno de los otros bienes puede traducirse en un desplazamiento del bien P .

1.4 Estimación de la demanda

Las tareas necesarias para evaluar la demanda del mercado varían, dependiendo del tipo de producto o servicio analizados. Se pueden identificar cuatro categorías generales de bienes y servicios, cada una presenta sus propias características y requiere un enfoque distinto para evaluar la demanda. Estas categorías son:

- a) Productos básicos no perecederos
- b) Productos básicos perecederos
- c) Productos innovadores o especializados
- d) Servicios.

El enfoque debido al producto que se analiza en el presente trabajo de investigación es el de productos básicos perecederos.

A pesar de que los productos básicos perecederos también cuentan con mercados bien establecidos con un sinnúmero de vendedores y compradores, difieren de la categoría anterior en un aspecto clave: el producto pierde calidad rápidamente en el tiempo, esto tiene un impacto directo en la evaluación de la demanda. Una evaluación de mercado para productos perecederos enfrenta problemas de naturaleza distinta de aquéllos presentes para los productos no perecederos. Debido a que los productos perecederos son delicados y tienen un tiempo de vida corto, una vez que se han cosechado o producido, sus mercados (aunque usualmente son generalizados y activos) se caracterizan por una provisión variable y por marcadas fluctuaciones en los precios.

Entre los productos que se encuentran en esta categoría están la mayor parte de vegetales y frutas frescas, mariscos frescos, flores y algunos productos

procesados y semiprocesados, como productos de pastelería, jugos frescos, leche, etc.

Algunos de los factores más importantes con frecuencia se pasan por alto en la evaluación de mercado de productos perecederos son:

a) Las pérdidas sufridas por el producto durante la cosecha, embalaje, transporte y comercialización pueden ser significativas. En algunos casos se termina vendiendo menos del 50% del volumen producido y son frecuentes las pérdidas que fluctúan entre un 25 y 30%.

b) Es bastante común que el precio de una semana se duplique (o caiga a la mitad) del precio registrado en la semana anterior. Incluso es posible que el precio de los productos perecederos fluctúe durante una misma jornada. Estas fluctuaciones se pueden deber a cambios en la demanda, pero con frecuencia se deben a cambios en la oferta. Si un producto se entrega al mercado cuando la oferta es restringida, los precios pueden ser muy altos. Por el contrario, entregar el producto al mercado cuando éste es abundante puede tener como resultado precios bastante bajos.

c) A diferencia del grano, con frecuencia es difícil guardar un producto perecible de un día para otro. En los casos extremos, un producto que no se vende al final del día o de la semana no solamente pierde su valor, sino que también causa costos adicionales debido a la recolección de desechos (FAO, 2010).

Se recomienda que cuando se evalúa el mercado de productos perecederos, se consideren muy seriamente los siguientes factores:

- Las cantidades incluso reducidas de productos perecederos que se introducen al mercado pueden causar fluctuaciones importantes en los precios, especialmente en mercados pequeños. Hable con los vendedores y otros miembros del mercado para determinar los volúmenes que pasan por el mercado seleccionado y la oferta estacional.

- El incremento en los precios se puede deber a condiciones inusuales a corto plazo. De ser posible, hay que revisar la historia de la fluctuación de precios durante los últimos años.
- Ser realista acerca de las pérdidas físicas que pueden tener lugar. Si el producto es delicado, se debe asumir una pérdida del 20-30%, a menos que la experiencia muestre la manera de reducir esta cifra. Los productos más resistentes pueden sufrir pérdidas del 10-15%.

1.5 Costos de comercialización

Es importante tener en cuenta los costos asociados con el proceso de venta como parte de la evaluación de mercado, estos costos pueden tener un impacto importante en la operación.

Entre los tipos de costos que se deben tomar en cuenta están:

- El costo del embalaje del producto, incluyendo: el envase (bolsa, botella, frasco, caja, etc.); la etiqueta y los materiales de protección para el transporte (cajas de cartón para el transporte de latas, cajas de madera para los frascos de vidrio).
- Los costos de transportación desde el punto de producción hasta el punto de venta.
- Los costos de distribución y representación (cuando el producto se vende a través de un distribuidor o intermediario)
- El margen de ventas requerido por la tienda u otro punto de venta (cuando se emplea el precio final al por menor como base para los cálculos).

Las empresas además de calcular el potencial total y el de la zona geográfica seleccionada, necesitan también conocer las ventas de su industria, identificar a sus competidores y estimar su volumen de ventas.

1.6 Método de Mínimos Cuadrados

Es una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares (o ternas, etc.), se intenta encontrar la función que mejor se aproxime a los datos, de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

En su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos. Específicamente, se llama mínimos cuadrados promedio (LMS) cuando el número de datos medidos es 1 y se usa el método de descenso por gradiente para minimizar el residuo cuadrado. Se puede demostrar que LMS minimiza el residuo cuadrado esperado, con el mínimo de operaciones (por iteración), pero requiere un gran número de iteraciones para converger.

Desde un punto de vista estadístico, un requisito implícito para que funcione el método de mínimos cuadrados es que los errores de cada medida estén distribuidos de forma aleatoria. El teorema de Gauss-Márkov prueba que los estimadores mínimos cuadráticos carecen de sesgo y que el muestreo de datos no tiene que ajustarse, por ejemplo, a una distribución normal. También es importante que los datos recogidos estén bien escogidos, para que permitan visibilidad en las variables que han de ser resueltas.

La técnica de mínimos cuadrados se usa comúnmente en el ajuste de curvas. Muchos otros problemas de optimización pueden expresarse también en forma de mínimos cuadrados, minimizando la energía o maximizando la entropía.

Mínimos cuadrados y análisis de regresión

En el análisis de regresión, se sustituye la relación

$$f(x_i) \approx y_i$$

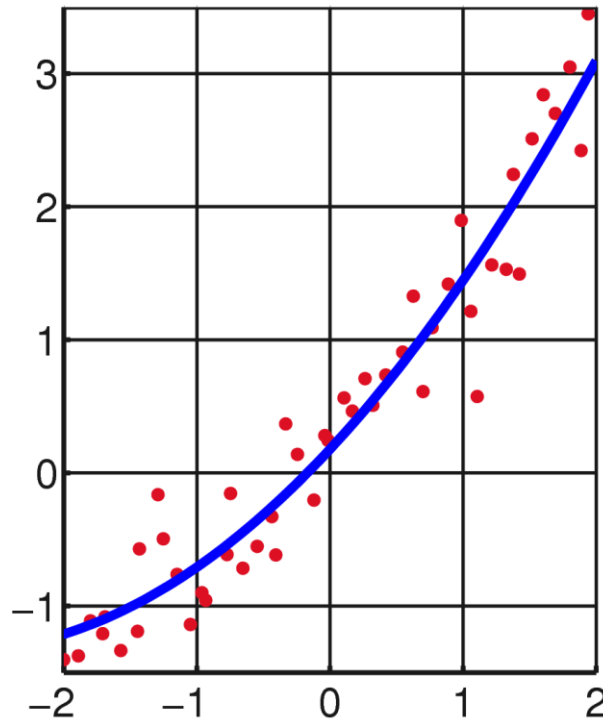
por

$$f(x_i) = y_i + \varepsilon_i,$$

Siendo el término de perturbación ε una variable aleatoria con media cero. Nótese que se está asumiendo que los valores x son exactos, y que todos los errores están en los valores y . De nuevo, se distingue entre regresión lineal, en cuyo caso la función f es lineal para los parámetros a ser determinados (ej., $f(x) = ax^2 + bx + c$), y regresión no lineal. Como antes, la regresión lineal es mucho más sencilla que la no lineal. (Es tentador pensar que la razón del nombre regresión lineal es que la gráfica de la función $f(x) = ax + b$ es una línea. Ajustar una curva $f(x) = ax^2 + bx + c$, estimando a , b y c por mínimos cuadrados es un ejemplo de regresión lineal porque el vector de estimadores mínimos cuadráticos de a , b y c es una transformación lineal del vector cuyos componentes son $f(x_i) + \varepsilon_i$).

Los parámetros (a , b y c en el ejemplo anterior) se estiman con frecuencia mediante mínimos cuadrados: se toman aquellos valores que minimicen la suma S . El teorema de Gauss-Márkov establece que los estimadores mínimos cuadráticos son óptimos en el sentido de que son los estimadores lineales insesgados de menor varianza, y por tanto de menor error cuadrático medio, si se toma $f(x) = ax + b$ estando a y b por determinar y con los términos de perturbación ε independientes y distribuidos idénticamente (véase el artículo si desea una explicación más detallada y con condiciones menos restrictivas sobre los términos de perturbación).

Figura 6. Diagrama del método de Mínimos Cuadrados



Fuente: Mankiw, 2002.

La estimación de mínimos cuadrados para modelos lineales es notoria por su falta de robustez frente a valores atípicos. Si la distribución de los atípicos es asimétrica, los estimadores pueden estar sesgados. En presencia de cualquier valor atípico, los estimadores mínimos cuadráticos son ineficientes y pueden serlo en extremo. Si aparecen valores atípicos en los datos, son más apropiados los métodos de regresión robusta.

CAPITULO 2.- MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

En esta sección se describen algunas herramientas y técnicas que existen para resolver el problema planteado y que también es conocido como asignación de recursos. Los métodos más comunes en las sociedades para la asignación de los recursos son las economías de mercado, las economías planificadas, y una combinación de ambas que son las economías mixtas. Otra forma de llevar a cabo la asignación de recursos es hacer uso de las herramientas que proporciona la investigación de operaciones.

2.1 Economía de mercado

Una economía de mercado es aquella en que la asignación de recursos está determinada, por las decisiones de producción, de venta y consumo respuesta precios y beneficios (Gisbert y Gelonch, 2002: Pág. 14).

La oferta y mercado representan las dos partes del sistema, es decir vendedores y compradores. Cuando la oferta y la demanda se enfrentan en el mercado existe un precio en que la cantidad ofrecida se igualará a la cantidad demandada, se denomina precio o punto de equilibrio, el mercado es el que toma las decisiones de asignar los recursos y es posible conseguir una situación en que el estado final de la sociedad en su conjunto sea el mejor posible.

En otras palabras, la economía de mercado como, la producción y el consumo son resultado de decisiones descentralizadas de muchas empresas e individuos. No hay una autoridad central que diga a la gente lo que debe producir o a dónde debe envíalo. Cada productor individualmente hace lo que cree que será más rentable (Krugman 2006: Pag.26)

2.2 Economía planificada

La economía planificada está definida así porque existe una figura central, es decir, una autoridad que toma las decisiones sobre la producción y el consumo. Estas disposiciones de asignación se basan en objetivos fijados por los

gobiernos, principalmente de carácter social, en el que se busca dar un incentivo a la producción(Krugman, 2006, Pág. 30-40).

Por otra parte, una economía mixta es en la que tanto el mercado como la planificación juegan un papel importante en la coordinación de la actividad económica. La planificación y la política económica actúan para complementarse y su papel se extiende tanto a problemas de eficiencia en la producción como de justicia distributiva.

Una importante razón para que el Estado realice determinadas actividades en la economía son las fallas que tiene el mercado, la planificación y la política intentan asegurar la eficiencia corrigiendo problemas derivados del sistema de precios que determinan los mercados que se dan en la práctica(Stiglitz, 2004Pág. 58).

2.3 Programación lineal

La programación lineal, tiene una aplicación reconocida en diversas ramas de la ciencia debido a sus ventajas, como son:

Una gran variedad de problemas, en diversos campos, pueden ser representados, o al menos aproximados, como modelos de programación lineal.

Se tienen disponibles técnicas eficientes y sencillas para resolver problemas de programación lineal.

Se tiene comodidad en la valoración de datos (análisis de postoptimalidad).

Se trata de un procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando la función objetivo, también lineal. Consiste en optimizar (minimizar los costos, en este caso específico) una función lineal, que se denomina función objetivo, de tal forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones que se expresan mediante un sistema de inecuaciones lineales.

Del mismo modo, la programación lineal es muy usada en la microeconomía y la administración de empresas, ya sea para aumentar al máximo los ingresos o reducir al mínimo los costos de un sistema de producción(Hernández, 2007Pág. 8).

2.4 Investigación de operaciones

La investigación de operaciones surgió durante la Segunda Guerra Mundial donde, había una gran necesidad de administrar los recursos que eran escasos. La Fuerza Aérea Británica formó el primer grupo que desarrollaría métodos cuantitativos para resolver estos problemas operacionales. Desde entonces se han desarrollado técnicas matemáticas en la investigación de operaciones a través de la programación u optimización lineal, no lineal, entera y no entera, que permiten dar solución a una gran cantidad de problemas de asignación de recursos(Taha, 2004Pág. 12-18)

La investigación de operaciones (IO) o Investigación Operativa que, como su nombre lo indica, es la investigación de las operaciones a realizar para el logro óptimo de los objetivos de un sistema o la mejora del mismo. Esta disciplina brinda y utiliza la metodología científica en la búsqueda de soluciones óptimas, como apoyo en los procesos de decisión, en cuanto a lo que se refiere a la toma de decisiones óptimas y en sistemas que se originan en la vida real. (Hillier F. y LiebermanG. 2006Pág. 55).

Una definición de IO: la Investigación Operativa es la aplicación del método científico a un mismo problema por diversas ciencias y técnicas, en apoyo a la selección de soluciones, en lo posible óptimas. (Hillier F. y LiebermanG. 2006Pág. 55).

Los primeros desarrollos de esta disciplina (IO) se refirieron a problemas de ordenamiento de tareas, reparto de cargas de trabajo, planificación y asignación de recursos en el ámbito militar en sus inicios, diversificándose luego, y

extendiéndose finalmente a organizaciones industriales, académicas y gubernamentales. (Hillier F. y Lieberman G. 2006 Pág. 55).

En esta disciplina se destacan las siguientes características esenciales:

- Una fuerte orientación a Teoría de Sistemas,
- La participación de equipos interdisciplinarios,
- La aplicación del método científico en apoyo a la toma de decisiones.

Los pasos a seguir en la aplicación del método científico (coincidentes con los de la Teoría General de Sistemas) son, en su expresión más simple:

- 1.- Planteo y Análisis del problema
- 2.- Construcción de un modelo
- 3.- Deducción de la(s) solución(es)
- 4.- Prueba del modelo y evaluación de la(s) solución(es)
- 5.- Ejecución y Control de la(s) solución(es)

En cuanto al uso de la IO como apoyo a la toma de decisiones, se tiene que los procesos de decisión pueden desarrollarse bajo situaciones deterministas, aleatorias, de incertidumbre, o de competencia (adversas). Estas situaciones se modelan a través de sistemas que también serán de tipo deterministas, aleatorios, inciertos o basados en situaciones de competencia (adversas). Los sistemas determinísticos interpretan la realidad bajo el principio de que todo es conocido con certeza. Los sistemas basados en situaciones aleatorias, de incertidumbre o de competencia, asocian la incertidumbre a los fenómenos a analizar, incertidumbre que puede resultar de la variación propia de los fenómenos (variaciones que eluden a un control, pero que tienen un patrón específico) o

incertidumbre resultante de la propia inconsistencia de esos fenómenos. (Hillier F. y Lieberman G. 2006 Pág. 56).

2.5 El problema del transporte

Este trabajo se enfoca al problema del transporte como una de las aplicaciones de la programación lineal, ya que el objetivo principal es el formular un modelo de distribución del producto con un costo mínimo en su transporte. Constituye hoy por hoy la herramienta adecuada en el análisis y predicción. Esta disciplina ha experimentado un creciente desarrollo en las últimas décadas, tanto a nivel metodológico como empírico, donde para el caso el modelo de transporte se han desarrollado la mayor parte de las aplicaciones (Ortúzar y Román, 2003 Pág. 98-115)

El modelo se encuentra dividido en varios niveles donde cada uno se distinguen unidades de origen-destino, entre un origen y varios destinos, con transporte directo y con ventanas en las fechas de entrega de los pedidos a transportar (Ferrer, 2004 Pág. 78). El estado del arte de las herramientas existentes y de los paquetes de programas disponibles para el estudio global de la cadena logística (Hal, 2001 Pag. 37).

El jitomate, como producto estudiado, debe enviarse en determinadas cantidades $u_1, \dots, u_m$, desde cada uno de m orígenes, y recibirse en cantidades $v_1, \dots, v_n$, en cada uno de n destinos. El problema consiste en determinar las cantidades x_{ij} , que deben enviarse desde el origen i al destino j , para conseguir minimizar el coste del envío. (Castillo. 2002 Pág. 110).

Los cuatro elementos principales de este problema son:

1. Datos

m : el número de orígenes

n : el número de destinos

u_i : la cantidad que debe enviarse desde el origen i

v_j : la cantidad que debe ser recibida en el destino j

c_{ij} : el coste de envío de una unidad de producto desde el origen i al destino j

2. Variables

x_{ij} : la cantidad que se envía desde el origen i al destino j .

Se supone que las variables deben ser no negativas:

$$x_{ij} \geq 0; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (1.1)$$

Esto implica que la dirección de envío del producto está prefijada desde los distintos orígenes hasta los destinos. No obstante, otras hipótesis podrían tenerse en cuenta. Por ejemplo, podría no limitarse el signo de las variables $x_{ij} \in \mathbb{R}$, si no se quiere predeterminar cuáles son los puntos de partida y llegada. (Castillo, 2002 Pág. 110).

3. Restricciones. Las restricciones de este problema son:

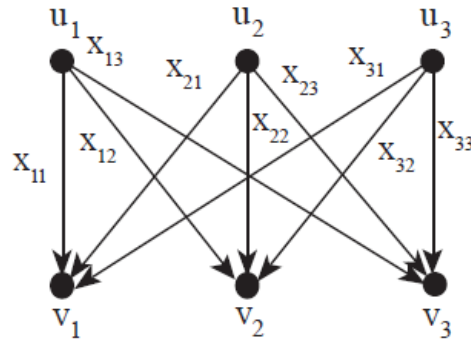
$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= u_i; i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= v_j; j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

El primer conjunto de condiciones indica que la cantidad del producto que parte del origen i debe coincidir con la suma de las cantidades que parten de ese origen hasta los distintos destinos $j = 1, \dots, n$.

El segundo conjunto de condiciones asegura que el total recibido en el destino j debe corresponder a la suma de todas las cantidades que llegan a ese destino y parten de los distintos orígenes $i = 1, \dots, m$.

Los lectores deben distinguir entre las cotas de las variables y las restricciones del problema.

Figura 7. Esquema del problema del transporte.



Fuente: Castillo, 2002.

4. Objetivo que debe optimizarse. En el problema del transporte es de interés normalmente minimizar los costes de envío (suma de los costes de envío por unidad de producto multiplicado por las cantidades enviadas); es decir, se debe minimizar

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Una vez que se han identificado estos cuatro elementos, se está preparado para resolver el problema. (Castillo, 2002Pág. 111).

CAPITULO 3.- IMPORTANCIA DEL JITOMATE EN MÉXICO

3.1 Origen e Historia

El jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, de la Región Andina, de Perú y Ecuador, aunque se considera a México como centro de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo (Smith, 1987Pág. 9-22).

Existen evidencias arqueológicas que demuestran que el tomatillo, una variedad del tomate, ácida y de color verde, que aún se consume en México, fue usado como alimento desde épocas prehispánicas. Esto hace pensar que el tomate también fue cultivado y usado por los indígenas mesoamericanos desde antes de la llegada de los españoles. Es posible que después de la llegada de los españoles el tomate se cultivara y consumiera más que el tomatillo por su apariencia colorida y su mayor tiempo de vida después de ser cosechado. En todo caso, el tomate emigró a América Central por diversos medios.

Los españoles distribuyeron el tomate a lo largo de sus colonias en el Caribe, después de la conquista de Sudamérica. También lo llevaron a Filipinas y por allí entró a los otros continentes. Actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo gracias a su comercialización y difusión (Smith, 1987Pág. 9-22).

El tomate es una planta anual, pero a veces puede perdurar más de un año en el terreno. Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano (cercano a 4 cm en la base) y con tricomas simples y glandulares; hojas de tamaño medio a grande (10 a50 cm), alternas, pecioladas, bipinatisectas (con folíolos a su vez divididos) y con numerosos tricomas simples y glandulares; las flores pentámeras se reúnen en ramilletes laterales y son amarillas. La planta produce desde diminutos frutos del tamaño de una cereza, hasta enormes frutos

de hasta 750 g. La mayoría de las variedades son rojas, pero las hay también en naranja, amarillo, rosa.

El fruto de tomate corresponde a una típica baya, ésta baya en madurez presenta un pericarpio carnoso, que encierra dos o más lóculos y una placenta con una parte carnosa en el eje central y con una parte gelatinosa que llena parcialmente los lóculos, en la cual se ubican las numerosas semillas. La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados) y licopeno, pigmento típico de este fruto, de color rojo.

El fruto de tomate presenta un alto contenido de agua y, excepto por su valor de vitamina A y C, no se destaca por ningún otro componente nutricional. Componente fundamental en ensaladas o platos típicos (ensalada chilena, pizzas, gazpacho, etc.), y en varios productos industriales como deshidratados, enlatados, jugos, ketchup, mermeladas, pastas, salsas e, incluso, bebidas alcohólicas como el "Bloody Mary"(SAGARPA, 2005).

Los españoles llevaron el tomate a Europa en 1540, el cual creció con facilidad en los climas mediterráneos. Ya, en 1608, aparecen documentos en forma de listas de la compra para el Hospital de la Sangre en Sevilla que indican la presencia de tomates y pepinos para la elaboración de ensaladas. Entre 1645 y 1646 el pintor sevillano Bartolomé Esteban Murillo realiza una obra denominada "La cocina de los ángeles" en la que se muestra la preparación de un plato con tomates. A finales del XVII el cultivo de tomates en grandes cantidades era frecuente, sobre todo en el sur de España.

En el siglo XVIII se consumió extensamente en Gran Bretaña, y antes de finales de ese siglo la Enciclopedia Británica indicó que era "de uso diario" en sopas, caldos y aderezos. Los tomates se conocieron originalmente como "manzanas de amor", posiblemente basado en un inadecuada traducción del nombre italiano pomo d'oro (manzana dorada).

La palabra jitomate procede del náhuatl xictli, ombligo y tomatl, tomate, que significa tomate de ombligo. El tomate ya se cultivaba 700 años a.C. en México, y en el antiguo Perú antes de la formación del Imperio inca. Como una curiosidad, debe notarse que aunque la palabra tomate proviene del náhuatl tomatl, en el centro y sur de México el tomate es conocido como «jitomate», mientras que se llama tomate al tomatillo o tomate verde (*Physalis ixocarpa*).

3.2 Importancia

La aceptación que tiene el jitomate en las diversas culturas del mundo se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial. Es un importante generador de divisas y generador de empleos para el país, ya que se estima que para la producción de 75,000 hectáreas, se emplean alrededor de 172,000 trabajadores de campo (FAO, 2004).

Se considera como una de las hortalizas más importantes que se cultiva a nivel comercial en el país. Las áreas de siembra dedicadas al cultivo del jitomate representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas. Sinaloa, estado productor de hortalizas por excelencia, actualmente dedica una superficie de 30 mil hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2005).

La producción total mexicana de jitomate durante los últimos cinco años (2007-2011) fue de 10.9 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa (39.9%), Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%) y Michoacán (6.7%) (SIAP, SAGARPA 2011).

México ocupó el primer lugar a nivel mundial como país exportador de jitomate, con volúmenes mayores a las 1,000 mil toneladas anuales, la mayoría con destino a los Estados Unidos de América (FASTAT, 2012).

La producción mexicana de jitomate durante los últimos diez años fue de 21.7 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 36 toneladas por hectárea en una superficie sembrada cercana a las 65 mil hectáreas. Para el 2011, el total de la superficie sembrada fue de 53,780 hectáreas, de las cuales se obtuvo una

producción de 1,87 millones de toneladas, sobresaliendo los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, Baja California y Michoacán (SIACON, 2012).

El tomate es un alimento con escasa cantidad de calorías. De hecho, 100 g de tomate aportan solamente 18 kcal. La mayor parte de su peso es agua y el segundo constituyente en importancia son los hidratos de carbono. Contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico.

El tomate es una fuente importante de ciertos minerales (como el potasio y el magnesio). De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Presenta también carotenoides como el licopeno (pigmento que da el color rojo característico al tomate). La vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora del organismo humano. Durante los meses de verano, el tomate es una de las fuentes principales de vitamina C.

Las dos categorías principales de tomate para consumo son el tomate fresco y el tomate procesado y sus características principales son las siguientes:

Tomate fresco: la mayor parte del peso fresco del fruto es agua, siendo los sólidos solamente un 5%. Estos sólidos consisten en sustancias insolubles en agua, tales como paredes celulares, y solubles en agua como azúcares y ácidos orgánicos. La cantidad de azúcares presentes en el fruto (aproximadamente la mitad del contenido total de sólidos) y la cantidad de ácidos (alrededor de un octavo del total de sólidos) determinan el sabor del tomate. Una alta cantidad de azúcares y una alta concentración de ácidos es la mejor combinación para obtener un muy buen sabor.

Tomate procesado: los tomates procesados son aquellos que se enlatan o que se cocinan para obtener salsas o pasta de tomate. Las variedades que se utilizan con esos objetivos son más firmes y de paredes más gruesas que las de los tomates para consumo fresco. De ese modo conservan su forma después de la cocción. La remoción de agua del tomate es un proceso bastante costoso, por

esa razón en la industria se prefieren las variedades que presentan un alto contenido de sólidos insolubles en agua.

El licopeno posee propiedades antioxidantes, y actúa protegiendo a las células humanas del estrés oxidativo, producido por la acción de los radicales libres, que son uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, del cáncer y del envejecimiento. Además, actúa modulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y produciendo una regresión de ciertas lesiones cancerosas.

El tomate más pesado fue uno de 3,51 kg, del cultivar 'Delicious', granja de Gordon Graham, Edmond, Oklahoma en 1986. La tomatara más grande fue una del cultivar 'Sungold' y creció 19,8 m de largo, cultivada en Nutriculture Ltd., Mawdesley, Lancashire, Reino Unido, en 2000.

Se distribuyen enteramente por América, vegetando en los Andes sudamericanos desde el centro de Ecuador a través de Perú y hasta el norte de Chile y en las Islas Galápagos, donde crecen las especies endémicas *Solanum cheesmaniae* y *Solanum galapagaense*. *Solanum lycopersicum*, el ancestro silvestre inmediato del tomate cultivado, se halla distribuido más ampliamente que las restantes especies de tomates silvestres, ya que habita México, Colombia, Bolivia y otros países sudamericanos. Esta amplia distribución, cuando comparada con respecto a las otras especies relacionadas, debe haberse llevado a cabo por el ser humano en tiempos históricos.

3.3 Características del mercado

De igual manera,) su importancia es fundamental en cuanto a la generación de empleos, ya que se estima que una posible guerra comercial de jitomates entre México y Estados Unidos podría provocar una pérdida de 500,000 empleos. (ASERCA, 1995)

El proceso de apertura comercial iniciado por México desde la década de los años 1980 ha impactado de manera directa en el sector agropecuario. En una

primera etapa, el gobierno mexicano inició para los productos agropecuarios la sustitución de permisos previos por aranceles, además de que éstos fueron disminuidos de 100% en 1986 a 20% en 1994. También se eliminaron los precios oficiales de importación en toda la tarifa arancelaria.

En el jitomate el control funcionaba por medio de un esquema de expedición de un permiso de siembra para restringir volumen y de un certificado de origen. A finales de la década de los ochentas se eliminaron los permisos previos para la exportación de hortalizas y en 1990 se liberaron completamente las exportaciones; en consecuencia, el “Programa de Siembra Exportación”, mismo que imponía restricciones cuantitativas a la producción interna destinada a la exportación, fue cancelado.

Es importante considerar otros múltiples factores que restringen las exportaciones de jitomate: falta de información sobre la utilidad óptima de la tierra, dependencia de insumos y semillas, ausencia de una cultura de calidad, falta de organización e información sobre las condiciones y características de los mercados internacionales y falta de coordinación de las dependencias públicas para la promoción comercial.

Los factores mencionados han incidido en el exceso de oferta de jitomate, lo que ha provocado el incremento en los niveles de exportación, haciendo que los precios internacionales se vean seriamente afectados, e incluso se han sobrepasado las cuotas establecidas.

Debido a que el jitomate en México es una de las principales hortalizas producidas en áreas de riego y temporal, por el número considerable de agricultores dedicados a esta actividad, a sus precios que pueden llegar a ser atractivos, a su aceptación por los consumidores, por la captación de divisas para el país y por toda la problemática comercial que enfrenta este importante subsector.

La producción de frutas y hortalizas se ha convertido desde la década de los sesenta en una alternativa agrícola importante para una buena parte de las regiones rurales de México. Si bien se reconoce que el cultivo de dichos productos es más riesgoso que el de granos básicos o cultivos forrajeros, también se destaca que aquéllos son mucho más rentables. Este hecho y el crecimiento del mercado interno y la integración de este tipo de agricultura al mercado de los Estados Unidos han ocasionado que varios estados de la República Mexicana se aboquen a impulsar el cultivo hortofrutícola, primeramente a través de asociaciones de todo tipo con comercializadores norteamericanos y después mediante la propia inversión del capital nacional.

Los siguientes datos ponen en evidencia lo anterior: las hortalizas contribuyen aproximadamente con poco más de 3% de la superficie agrícola sembrada, pero aportan el 16 por ciento del valor de la producción agrícola y más del 50 por ciento del valor de las exportaciones de este sector (Schwentenius, 1998: Pag.169-173).

En este contexto, el cultivo del jitomate es pionero, ya que su desarrollo en el norte del país (principalmente en los estados de Sinaloa, Baja California y Sonora) ha sido ascendente desde mediados de los sesenta, ha adquirido cada vez más características empresariales y es un ejemplo claro del nivel de integración de las economías de México y Estados Unidos. El jitomate, la principal hortaliza de México, en 2011 comprendió el 17 por ciento del total producido en este grupo, con una clara tendencia al crecimiento derivado de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Por otro lado, la evolución de la economía hacia esquemas flexibles de producción ha ocasionado que los países subdesarrollados, caracterizados por polos de explotaciónes agrícolas encabezados por un principal de exportación, que dependen en gran medida de las condiciones dictadas en otras regiones, sin generar repercusiones y eslabonamientos en el ámbito de la zona productora, se transformen con las siguientes características:

1) Las explotaciones agrícolas hoy están más dominadas por requerimientos tecnológicos internacionalmente estandarizados y, por lo mismo, ya no se trata sólo de exportar materias primas o bienes primarios, sino que los mismos ahora se venden con base en una mayor eficiencia empresarial.

2) Las relaciones que subsisten ahora son de largo plazo (flexibilización productiva); es decir, como la competitividad se fundamenta cada vez más en el desarrollo tecnológico, las inversiones en ocasiones son elevadas, de modo que incluso generan barreras a la entrada de nuevos inversionistas potenciales.

3) Estrechamente relacionado con los hechos anteriores, el nuevo enclave está enfocado a un mercado cuya demanda es mayor, por lo que requiere prácticas empresariales de eficiencia productiva.

En ese contexto, la producción de jitomate en México y su interrelación con el mercado de los Estados Unidos se deriva del proceso de integración y complementariedad existente entre ambas economías, manifestándose como uno de los nuevos enclaves agropecuarios, por lo que la llamada competencia entre las principales zonas productoras (Sinaloa y Florida, Baja California y California) más bien forma parte de estrategias globalizadoras de las cadenas de comercialización.

Por lo anterior, pese que a primera vista podría decirse que esta industria tiene un futuro prometedor para México, lo que parece demostrarse en el hecho de que los productores nacionales en varias ocasiones le están ganando la carrera competitiva a sus principales competidores en Estados Unidos (sobre todo de Florida). Existen problemas y entre ellos se encuentra la dependencia que la producción mexicana tiene de Estados Unidos, tanto del lado de la provisión de insumos y medios de producción como en el de la comercialización. Asimismo, se da un escaso valor agregado a las exportaciones, además de ser casi nula la diversificación de los mercados, al concentrar todo en Estados Unidos. Finalmente, se tiene como debilidad la desatención al mercado interno, el cual manifiesta claros indicios de decaimiento en los últimos años.

3.4 Balanza Comercial

La globalización de los mercados, entendida como “una economía con la capacidad de funcionar como una unidad en tiempo real a escala planetaria”, implica una nueva integración de las economías de los países contextualizada dentro de patrones de homogeneización y diversidad complejos y cambiantes, que tiene un impacto sobre las regiones productoras, pues los cambios en los patrones de consumo en los países consumidores en el caso de México su mayor comprador es Estados Unidos, que adquiere el 98 por ciento de nuestras exportaciones hortícolas. Lleva nuevas estrategias por parte de las empresas agroalimentarias, las cuales crean formas innovadoras de penetración en los sectores productivos.

Hoy se puede hablar de una agroindustria global conformada con una mayor presencia de empresas transnacionales en la producción y transformación de los productos agrícolas, bajo diferentes formas de asociación con los productores locales (contratos, agromaquila, etc.), lo que permite a dichas empresas trasladar a países como México la fase del proceso productivo que consume con mayor intensidad mano de obra al estilo de las maquiladoras industriales.

Además, a través de los contratos, las agomaquiladoras controlan la calidad de la producción, así como su provisión oportuna, que les permite diversificar el riesgo (principalmente el de tierra y mano de obra) para los agricultores, lo cual constituye una de las formas a través de las cuales las empresas agroindustriales flexibilizan sus estructuras productivas.

Los cambios en los patrones de demanda en los países desarrollados y la inserción competitiva de nuevas naciones de Asia y Europa han implicado la conversión de las otras grandes unidades productoras transnacionales en unidades flexibles, las que poco participan en la producción, manteniendo relaciones contractuales con productores locales (la mayoría de las veces, pequeñas empresas), de forma tal que diversifican el riesgo sin dejar de concentrar el poder de mercado en la industria. En este contexto, las ventajas competitivas

aparecen como más relevantes que las ventajas comparativas, dado el proceso acelerado de cambio en las demandas de los consumidores y la necesidad de cumplir con esas expectativas mediante productos diferenciados.

En el marco de la globalización y de explotación de ventajas comparativas y competitivas, aparecen los tratados comerciales regionales como esquemas que pretenden, por medio de la integración, mejorar la posición competitiva de los países firmantes.

México tiene firmado un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLCAN), que, dadas las condiciones de dependencia de México con relación a su vecino del norte (alrededor del 78 por ciento del comercio exterior mexicano es con este país), tiene altas repercusiones sobre los diferentes sectores productivos de la nación, lo cual trae beneficios para algunos, pero afecta seriamente a otros.

El jitomate es el producto agrícola que más exporta México a Estados Unidos, principalmente gracias a la capacidad desarrollada por el estado de Sinaloa desde hace más de 35 años, entidad que, a través de la conformación de una clase empresarial de corte local, no sólo ha destacado en la producción sino también en la comercialización en el mercado norteamericano y ha sido capaz de asumir la responsabilidad de la cadena en buena parte del territorio nacional, generando, incluso, figuras organizativas de corte empresarial muy superiores a las tradicionales organizaciones de productores agropecuarios en México.

El jitomate es la segunda hortaliza que más se cultiva en el mundo, de manera que en el año 2000 representó el 14.74 por ciento del total producido, debajo de la papa (46.42 por ciento) (FAO, 2001).

En la actualidad, a pesar de que se cultivan más de 200 diferentes hortalizas en el mundo, sólo 20 tienen importancia, y de éstas, cuatro significaron el 78.5 por ciento de la producción hortícola mundial en el año 2000. Sin embargo mientras la producción de papa crece a una tasa de apenas 1.59 por ciento promedio anual entre 1990 y el 2000, la de jitomate lo hace a 2.65 por ciento, aun cuando la

hortaliza más dinámica es la sandía, con un crecimiento de 6.27 por ciento promedio anual (FAO, 2001).

La producción mundial de jitomate prácticamente se ha triplicado entre 1961 y el año 2000, al pasar de poco menos de 28 mil millones de toneladas en 1961 a más de 100 mil millones en el 2000.

Dentro de los líderes productores de jitomate a nivel mundial, México ocupa el décimo lugar con 2.52 por ciento de participación y una tasa de crecimiento de 2.02 por ciento en los últimos 15 años.

Los principales flujos comerciales se dan entre México y Estados Unidos, entre este país con Canadá y Europa, así como dentro de Europa y en el Medio Oriente. Europa es el continente que mayores importaciones de jitomate realiza, tanto para su consumo interno como para la reexportación, pues también es el que lleva a cabo el mayor número de exportaciones. Esto significa que, además de tener importantes productores como Italia y España, es un continente que consume mucho jitomate, por lo que se convierte en un punto esencial para la comercialización de la hortaliza.

Estados Unidos es el segundo máximo productor de jitomate; además es el mayor importador, pero también el sexto exportador. En este sentido, cabe señalar que en el 2000 los Estados Unidos produjeron el 67 por ciento de su demanda interna de jitomate fresco y el restante 33 por ciento lo abastecieron con importaciones (USDA, 2001, y U. S. Department of Commerce, 2001). Por otra parte, es un país donde la competencia industrial se manifiesta claramente, pues a la vez que importan mucho de México, exportan una gran cantidad, sobre todo a Canadá, donde en 1999 destinaron el 90 por ciento de sus exportaciones (FAO, 2001).

Una oportunidad importante para México es aprovechar el TLCAN para buscar exportar jitomate directamente hacia Canadá sin que medie la comercialización estadounidense. Uno de los flujos más importantes y dinámicos en la exportación de jitomate es el que se da entre México y los Estados Unidos, pues

el 82.5 por ciento de las importaciones de jitomate norteamericanasproviene de México. Este comercio ha sido muy dinámico en los últimos años, ya que mientras las exportaciones mexicanas han crecido de menos de 96 mil toneladas en 1961 a más de 1,000 en 2011 (una tasa de crecimiento anual de 9.62 por ciento en la última década), las importaciones estadounidenses han aumentado en 8.75 por ciento cada año.

Ahora bien, ¿cuáles son los puntos importantes del consumo de jitomate en el mundo? La respuesta son los países que más consumen en términos per cápita: se encuentran en el Mediterráneo, tanto el delado europeo como el asiático y africano. Los mayores consumidores per cápita de jitomate son Grecia y Libia al superar los 100 kilogramos por habitante al año. Por lo tanto, esta región del mundo se convierte en muy atractiva para los productores y comercializadores de la hortaliza, aun siendo una región muy competida por las exportaciones españolas y holandesas (FAO, 2001).

De igual manera, se debe señalar que las áreas geográficas más atractivas para exportar jitomate por sus niveles de consumo son indudablemente Norteamérica, que en promedio consume 35 Kg. por habitante (principalmente en Estados Unidos) y que es un mercado muy amplio, y Europa, que consume 24 Kg. por habitante. Sin embargo, no se debe olvidar al continente asiático, pues si bien es la región del mundo que en promedio consume menos jitomate por habitante y además se encuentra China, que es ampliamente autosuficiente, también es la región del planeta que mayor crecimiento ha tenido en los últimos 10 años, principalmente entre los países árabes.

Durante el mes de Julio 2011, el valor de las exportaciones agropecuarias y pesqueras sumó 567 millones de dólares, monto que representó un avance de 10.4 por ciento a tasa anual. Las variaciones más importantes se presentaron en las exportaciones de jitomate (21.2 por ciento), de frutas y frutos comestibles (37.8 por ciento), de cítricos (16.7 por ciento), de café (126.4 por ciento) y de pescados y moluscos (67.1 por ciento) (FAO, 2009).

Cuadro 2. Principales países productores de jitomate

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE JITOMATE 2009			
Posición	Región	Producción (1000\$ Int)	Producción (T)
1	China	16,765,471	45,365,543
2	Estados Unidos de América	5,226,337	14,141,900
3	India	4,120,195	11,148,800
4	Egipto	3,695,640	10,000,000
5	Turquía	3,375,505	10,745,600
6	Italia	2,541,639	6,877,400
7	Irán (República Islámica del)	2,175,885	5,887,710
8	España	1,664,368	4,603,600
9	Brasil	1,592,998	4,310,480
10	México	957,688	2,591,400
Fuente: FAOSTAT 2009			

Gracias a su cercanía con Estados Unidos, México es un importante exportador de jitomate, aunque no es el único país que recibe parte de la producción mexicana ya que también envía a Europa y Asia.

Cuadro 3. Principales países exportadores de jitomate

PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE TOMATE					
TONELADAS					
Posición	Región	2005	2006	2007	2008
1	Países Bajos	770,750	776,496	834,589	920,950
2	España	923,907	987,260	880,630	938,596
3	México	900,767	1,031,500	1,072,650	1,042,730
4	Turquía	250,182	304,372	372,094	439,729
5	Estados Unidos de América	188,173	144,184	245,315	251,876
6	Canadá	146,277	141,957	125,209	138,627
Fuente: FAOSTAT 2009					

Cuadro 4. Principales países importadores de jitomate

PRINCIPALES PAISES IMPORTADORES DE TOMATE					
TONELADAS					
Posición	Región	2005	2006	2007	2008
1	Estados Unidos de América	951,787	992,337	1,070,810	1,116,340
2	Alemania	624,319	652,313	663,561	654,966
3	Reino Unido	417,236	442,434	419,643	419,045
4	Federación de Rusia	351,832	413,594	550,528	673,894
5	Francia	441,131	468,823	492,569	482,546
6	Países Bajos	148,687	247,772	200,379	156,280
7	Canadá	171,723	181,718	196,610	193,297
Fuente: FAOSTAT 2009					

Estados Unidos es el principal importador de jitomate en el mundo y siendo el país vecino, México tiene una ventaja comparativa respecto de los demás países productores. Al mismo tiempo nos da una desventaja ya que se considera una dependencia del consumo norteamericano para la producción mexicana.

3.5 Logística de transporte y producción

El comercio mundial del tomate fresco está expandiéndose, principalmente, entre países vecinos, gracias a la reducción de aranceles (firma de tratados comerciales) y a menos costos de transporte derivados de la cercanía geográfica, como es el caso de Estados Unidos, Canadá y México.

Las importaciones agroalimentarias mantienen una tendencia creciente en los principales centros de consumo del mundo y representan una gran oportunidad para la continuidad y crecimiento de las exportaciones agroalimentarias mexicanas.

El ritmo de las importaciones mundiales de tomate crece a un 9 por ciento anual con un monto promedio de \$4,800 millones de USD en periodo 2000-2009; siendo Estados Unidos, Alemania y Reino Unido los principales importadores de tomate en el mundo.

El tomate es el principal producto agroalimentario de exportación de México con un valor promedio anual de \$899 millones de USD en periodo 2000-2009; Norteamérica es su principal mercado con el 95% (Estados Unidos y Canadá).

La oferta de tomate es grande y diversificada ya que en toda la región de Norteamérica (Estados Unidos, Canadá y México), se comercializan variedades producidas a cielo abierto, en casas sombra e invernaderos; tomates cultivados tradicionalmente en suelo, tomates hidropónicos y orgánicos, cuya presencia en el mercado es cada vez mayor.

Estados Unidos y Canadá mantienen tasas crecientes en sus compras foráneas de tomate, no obstante que ambos son grandes productores.

Las principales importaciones de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) provienen de México 95%, Holanda 3%, y España 1% en la participación del comercio del tomate con un valor de \$1,200 millones de USD promedio al año en periodo 2000-2009.

Estados Unidos importa el 74% de su demanda total de tomate desde México, siendo los principales puntos de entrada de tomate de importación: Nogales, Laredo, Detroit y San Diego.

El registro de mayor consumo de tomate en los Estados Unidos es en los meses de Noviembre a Mayo con volúmenes promedio de 100 mil toneladas a precio promedio de \$1.10 USD por Kilogramo.

Existe un patrón bien definido en la fluctuación del volumen de importaciones que coincide con las fases de producción más intensas de tomate en México. El tomate mexicano está disponible en los EE.UU. durante todo el año.

Las importaciones promedio durante los 6 meses de importación más intensa comparadas con los 6 meses restantes fueron de 521,000 toneladas y 223,000 toneladas respectivamente, representando el 70 % y el 30 % del total (FAO, 2011).

La oportunidad está en un crecimiento sostenido de las exportaciones mexicanas con la producción de tomate de invernadero y experiencia exportadora.

La dinámica demográfica del crecimiento en la población de origen hispano en los EEUU (grupo étnico con mayor índice de consumo per cápita), es un factor que potenciará el crecimiento del consumo de tomate en EUA.

El grupo por rango de edad que más tomate consume per cápita en los EUA y Canadá es entre los 24 y los 70 años. Se detecta que existe un decrecimiento en el consumo en los habitantes de más de 70 años.

En el caso de Canadá se estima que la población mayor de 70 años se incrementará sensiblemente en los próximos años, lo cual podría impactar negativamente en el consumo del tomate.

La provincia con el mayor índice de consumo de tomate per cápita en Canadá es Quebec, sin embargo no se encontró evidencia de oferta de tomate mexicano de manera constante o importante en esta provincia.

En general en Canadá y EUA, los hombres adultos son los principales consumidores de tomate, en contraste, las mujeres de menor de 17 años, son el grupo que menos tomate consume proporcionalmente.

El consumo de tomate está fuertemente influido por el nivel socioeconómico, a mayor ingreso mayor consumo de tomate.

Los distribuidores estadounidenses o canadienses son empresas con una reputación muy alta y reconocida por las grandes cadenas como COSTCO, Wal-Mart, Safeways, Loblaw. Los mejores distribuidores tienen contratos directos con dichas cadenas y les surten producto, en este caso hortalizas, las 52 semanas del año en tiempo y forma (FAO, 2011).

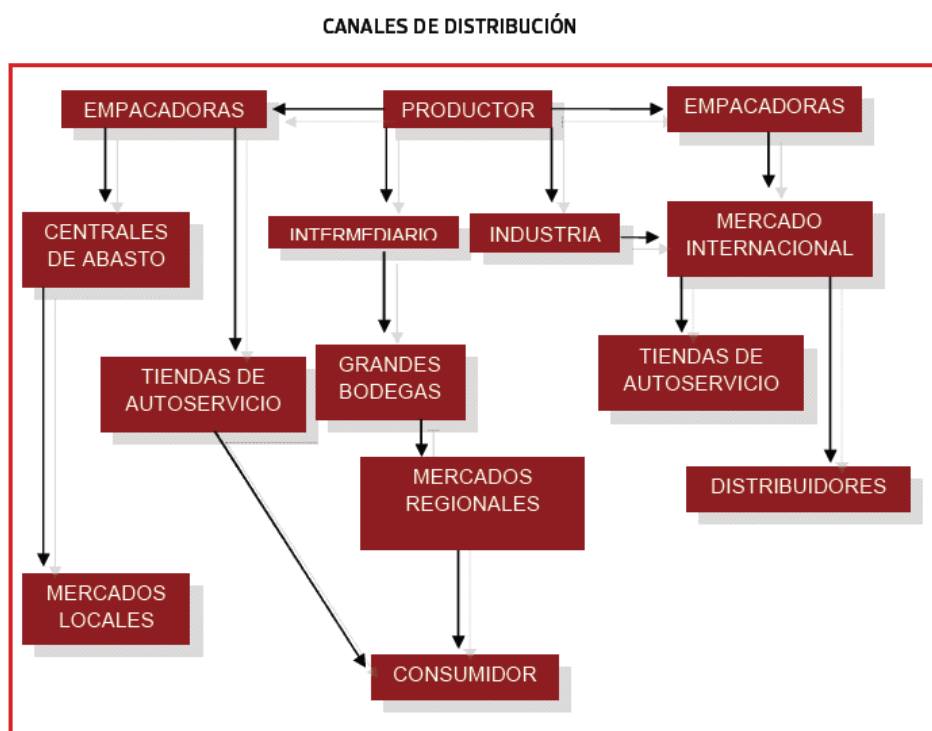
Existen distribuidores que también son productores y abastecen parte de sus ventas ellos mismos. Sin embargo, cuando no es suficiente la producción generada por ellos mismos o cuando no son productores, el funcionamiento de

estas empresas es en general de la siguiente manera: compran el producto directamente de agricultores o de brokers para cumplir con sus compromisos ya sea con cadenas, con minoritarios o con el negocio del food service.

Cuando se trata directamente con el agricultor, este se hace responsable de llevar el producto ya empacado según los requerimientos del distribuidor hasta la frontera y cruzar el producto. Ya en suelo americano el distribuidor se hace cargo del producto y lo envía hacia donde tenga compromisos. El servicio de manejo y venta se ve reflejado principalmente en 3 conceptos: costo de bodega (In and Out), costo de flete de la frontera al destino final y la comisión.

Las cadenas detallistas han pasado por un proceso de fusiones y adquisiciones haciendo cada vez más concentrado el número de compradores con los que los distribuidores negocian la venta de tomate en Canadá y Estados Unidos.

Figura 8. Diagrama de los canales de distribución de jitomate



Fuente: SAGARPA, 2005.

Existe una tendencia marcada a la eliminación de los distribuidores mayoristas por las cadenas detallistas y los productores, a favor de la compra directa a productores/empacadores.

La organización de productores para crear volúmenes que puedan ser ofertados a los grandes detallistas podría encontrar buena acogida dada la tendencia del ámbito de los mayoristas especializados o brokers.

Lo anterior tendría un efecto directo en el grado de riesgo en una de las dos variables principales para la rentabilidad del sector (fluctuación en precios esperados).

Los productores pueden tener un cierto grado de certeza respecto del crecimiento paulatino de la demanda por tomates frescos, derivado de las variables que influyen su consumo en el mediano y largo plazo.

Lo anterior los puede incitar a no dejar la actividad sino por el contrario, ejecutar las acciones a nivel comercial, de organización y financiero que les permita disfrutar de esta tendencia en el mercado de EUA y Canadá.

La creación de un ente comercializador para el gremio aumentaría las posibilidades de crear sinergias que les permitan limitar el riesgo en precios y distribuir su cosecha de manera ordenada, incluso pudiendo coordinar los niveles de producción que maximicen sus niveles de rentabilidad. Lo anterior más que encontrar resistencia por parte de los minoristas, sería bien recibida y fomentada.

Se requiere de contar con un modelo logístico que optimicen las operaciones del movimiento de tomate a la frontera y así abaratar costes, generando una propuesta de distribución de la producción de los socios del Sistema Producto Tomate con base en la demanda de sus clientes y a las variables de decisión involucradas. El modelo genera dicha solución utilizando Programación Lineal lo cual garantiza que la propuesta ha sido optimizada para cumplir las metas definidas en base a los parámetros establecidos.

CAPITULO 4.-INDICADORES Y VARIABLES PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO

4.1 Cálculo de consumo aparente

El consumo aparente expresa la disponibilidad de producto que consume una región, país o países en un determinado período de tiempo. Se estima con base en la producción doméstica más la balanza comercial y el consumo de inventarios. Para el caso de los productos perecederos, el consumo aparente viene siendo igual a la disponibilidad del mismo dado que no se tienen inventarios o existencias de los mismos.

Su objetivo es el de indicar la cantidad disponible de un producto que tiene un país en un período determinado.

Cuando se obtiene el consumo aparente de un producto con un comportamiento creciente por un período de tiempo determinado, significa que el país o región tiene mayor disponibilidad del mismo. Por el contrario, cuando se encuentra decreciendo, hay menos producción o menos importaciones o mayores exportaciones, dando por resultado una disminución en el consumo.

Las variables a considerar para el cálculo de los consumos aparentes nacional y per cápita de cada uno de los productos de interés, parten de la fórmula siguiente:

Consumo Aparente Nacional: $CA_j = P_j + I_j - E_j + (A_i - A_f)_j$

Consumo Aparente Per cápita: $CAp_j = CA_j / Población_j$

Dónde:

P_j : Producción nacional en el año j

I_j : Importaciones totales en el año j

E_j : Exportaciones totales en el año j

$(A_i - A_f)_j$: consumo de existencias en el año j , siendo:

A_i : Existencias al inicio del año j o finales del año $(j-1)$

A_f : Existencias al final del año j

El CA Per cápita sirve para realizar proyecciones de CA o requerimientos de producción con base en el crecimiento poblacional, bien sea de una región o total país.

El consumo aparente se utiliza principalmente en materia de salud alimentaria ya que proporciona un método para calcular si la población consume la cantidad de nutrientes que necesita para vivir. Es el caso del gobierno de Costa Rica que en 1988 que su Ministerio de Salud, en una coordinación interinstitucional, decide desarrollar la metodología de "Consumo Aparente de Alimentos", la cual consiste en un método sencillo y de bajo costo que permite vigilar, en forma periódica, el consumo de alimentos de la población, por medio del análisis de tendencias y cambios en la estructura de consumo. Esta metodología se ha utilizado en tres encuestas nacionales en Costa Rica (1989, 1991 y 1996), que han generado información desagregada por grado de urbanización, nivel socioeconómico y regiones geográficas (Rodríguez, 1994Pág. 3).

En un esfuerzo para validar este método, el Ministerio de Salud realizó en 1989, en San Carlos, una investigación que comparó la metodología de Consumo Aparente de Alimentos con el Registro Diario de tres días. Las autoras del estudio concluyeron que el método de Consumo Aparente de Alimentos tiende a sobre estimar en un 27% el consumo real de alimentos (Castro, 1989Pág. 2).

La metodología de Consumo Aparente de Alimentos logra estimar el promedio de consumo de la mayoría de los alimentos y nutrientes sin diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, la estimación de la ingesta promedio de energía, carbohidratos, calcio, fósforo y tiamina fue significativamente diferente de la ingesta promedio medida por Registro con Pesos. Esto se debe en gran parte a la sobrestimación del consumo aparente para el consumo promedio de arroz, azúcar y de alimentos producidos por las familias.

También representa un método de referencia para la estimación de emisiones de CO₂ ya que se basa en el concepto de consumo aparente de combustibles. Este

concepto se refiere al balance de las energías primarias producidas en un país, más las importaciones de energías primarias y secundarias, menos las exportaciones, menos los bunkers y las variaciones de inventarios. De esta manera, el carbón es “transferido” al país a través de la producción y las importaciones de energía (ajustadas con las variaciones de inventarios), y transferido fuera del país mediante las exportaciones y los bunkers internacionales (SIEN, 2004).

El concepto de consumo aparente es equivalente al concepto de oferta total de energía de los balances energéticos. En el balance energético los bunkers internacionales son incluidos en las exportaciones (SIEN, 2004).

También existen proyectos, especialmente de producción de bienes, en los cuales no es posible estimar demanda de forma directa, por lo que se recurre al consumo aparente. El consumo aparente se basa en cifras de producción local, las importaciones y las exportaciones

$$\text{Demanda} = \text{Consumo aparente} = \text{Producción local} + \text{importaciones} - \text{Exportaciones}$$

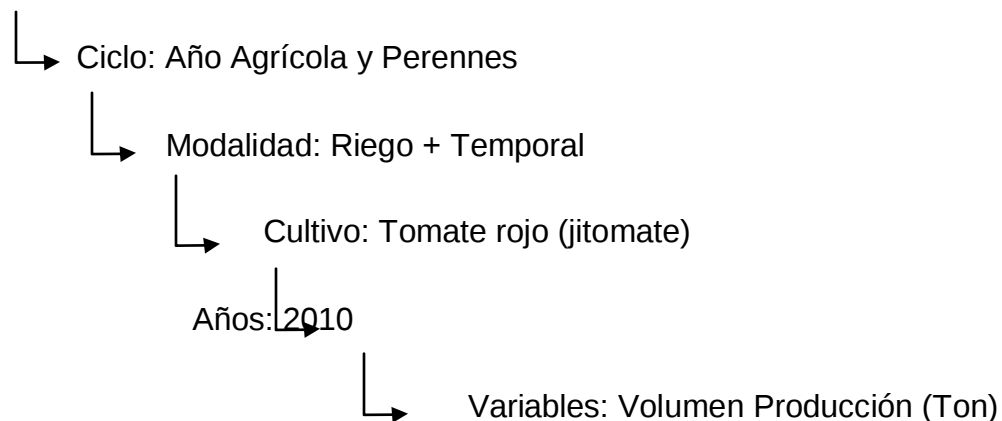
Para buscar el consumo per cápita se consultó el Micrositio Comercio Exterior Agroalimentario de la SAGARPA donde se puede ver la evolución de las Exportaciones, en cuanto a las importaciones se consultaron varias fuentes pero debido a que son cantidades menores (importación de jitomate) no se localizan fácilmente por lo que se consultó el sitio de internet de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) donde se puede acceder a la base de datos estadísticos (FAOSTAT), que es una base de datos políglota en línea que actualmente contiene más de un millón de series anuales internacionales de más de 210 países y territorios que comprenden estadísticas de agricultura, nutrición, productos pesqueros, productos forestales, ayuda alimentaria, aprovechamiento de tierras y población. (FAO, 2010).

En esta base de datos, se seleccionó “Comercio” y luego “Matriz detallada del comercio” dentro del submenú “Comercio”. Se abre un cuadro de selección de los datos que se van a buscar, entonces se elige lo siguiente:

- País: México
- Año: 2010
- Producto: Tomate
- Elemento: Importaciones y Exportaciones

Para obtener la producción nacional de jitomate en el año de interés, se consultó la base de datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) donde se selecciona:

Resumen Nacional



Debido a que se trata de un producto perecedero, no se toma en consideración ningún tipo de inventario. Una vez que se tiene la información requerida, se aplica la fórmula mencionada en párrafos anteriores:

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Producción total} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Por último, se divide el CA Nacional entre la población registrada durante el año en estudio (el procedimiento para obtener este dato, se describe en el siguiente

apartado), para calcular el CA per cápita tanto en toneladas como por kilo, por año.

4.2 Población estatal y nacional

La demanda de mercado también depende del tamaño de la población y de sus características. Más población mayor cantidad de demanda y viceversa. La cantidad que el público demanda de un bien depende de muchos factores. En primer lugar depende del precio del bien, pero también se ve afectado por el precio de otros bienes, el nivel de ingreso, cambios en los gustos y preferencias de los consumidores, el tamaño y características de la población.

Para la demografía, centrada en el estudio estadístico de las poblaciones humanas, la población es un conjunto renovado en el que entran nuevos individuos -por nacimiento o inmigración- y salen otros -por muerte o emigración-. La población total de un territorio o localidad se determina por procedimientos estadísticos y mediante el censo de población.

La evolución de la población y su crecimiento o decrecimiento, no solamente están regidos por el balance de nacimientos y muertes, sino también por el balance migratorio, es decir, la diferencia entre emigración e inmigración; la esperanza de vida y el solapamiento intergeneracional. Otros aspectos del comportamiento humano de las poblaciones se estudian en sociología, economía y geografía, en especial en la geografía de la población y en la geografía humana.

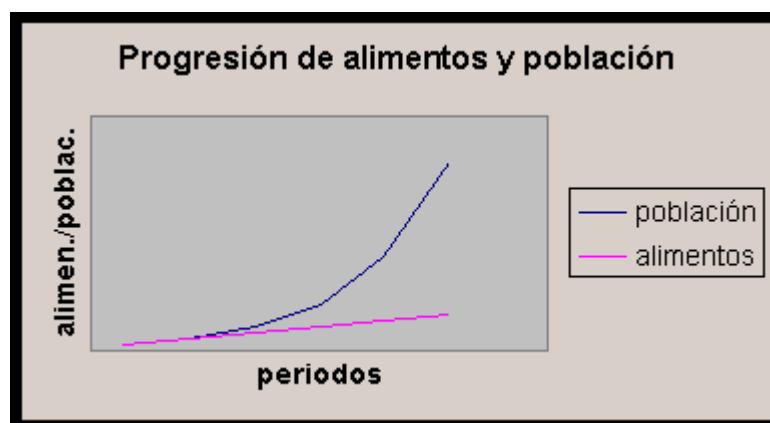
Las teorías demográficas pretenden explicar los patrones del crecimiento de la población en diversos países del mundo dando cuenta de la estructura y la dinámica de la población y estableciendo leyes o principios que regirían esos fenómenos. Una teoría demográfica explicaría los cambios y acontecimientos de las poblaciones humanas, de su dimensión, estructura, evolución y características generales, tanto desde un punto de vista cuantitativo -estadístico- como cualitativo -biológico, sociológico, cultural y económico

En el ensayo sobre la población, se sostiene que mientras que los medios de subsistencia tendían a crecer en progresión aritmética, la población crecía en progresión geométrica. En las últimas ediciones del Ensayo sobre la Población, modificó esta rígida teoría, sosteniendo que los incrementos en la población quedarían limitados por la restricción moral, el vicio y la miseria (Malthus, 1982Pág. 24-32).

El principal efecto del Ensayo sobre la población fue barrer las esperanzas optimistas diseminadas por Godwin y Adam Smith, puesto que parecía que, a medida que aumentaba la población, deberían cultivarse tierras cada vez menos fértiles, y el aumento en la producción de productos alimenticios no alcanzaría la demanda.

Para adornar su tesis, redactada en su primer libro, sobre el desarrollo de la población, la "ilustró" explicando que la producción de los alimentos crece en progresión aritmética (2, 4, 6, 8, 10, 12, etc.), en tanto la población lo hace geométricamente (2, 4, 8, 16, 32, 64, etc. Es decir que, según esta visión, la explosión demográfica arrojaría a la humanidad al abismo del hambre.

Figura 9. Grafica sobre el crecimiento de la población respecto a la producción de alimentos



Fuente: (Malthus, 1982)

De acuerdo con la apreciación maltusiana, las curvas de crecimiento de la población y la disponibilidad de alimentos se van separando. Mientras la curva

geométrica de la población trepa velozmente en busca de la vertical, en el mejor de los casos, la curva de alimentos no pasa de ser una meseta levemente ondulada hacia arriba, incapaz de alcanzar la línea que dibuja velozmente la explosión demográfica.

La teoría de la transición demográfica está también asociada al fenómeno de la revolución industrial; señala la existencia de un desfase notorio entre la disminución de la mortalidad como una consecuencia del crecimiento de la población urbana y de la mejora del nivel de vida por el desarrollo de la tecnología (alimentación, industria, condiciones sanitarias, transporte, medicina, etc.) y la disminución de la natalidad, como consecuencia de varios fenómenos asociados a los anteriores (tasa de urbanización e industrialización aceleradas, aumento de la escolaridad, especialmente del sexo femenino, el proceso de liberación femenina, etc.). El resultado es el ajuste en el tiempo que se produce entre las tasas de natalidad y mortalidad elevadas y estas mismas tasas a un nivel mucho más bajo. Este proceso se ha venido acelerando con el tiempo, desde casi cien años durante la revolución industrial hasta unos 25 años en épocas recientes en algunos países subdesarrollados (MacInnes, 2005, Pag 36).

El desarrollo de la población en los últimos 10,000 ha ofrecido muchos beneficios a los seres humanos. Se han hecho grandes avances en la producción de alimentos, en la provisión de calor, luz y abrigo, y el tratamiento y cura de algunas enfermedades. Todos estos logros se deben a la habilidad de nuestra especie para manipular su entorno. Este éxito espectacular ha provocado un crecimiento de la población humana de sobre manera Sin embargo el dominio de la especie humana, asociado a las modernas tecnologías industriales y agrícolas, amenaza nuestro planeta de diversas maneras, entre las cuales cabe citar:

1. La rápida reducción de los recursos terrestres por una población en continuo crecimiento
2. La contaminación del entorno por la industrialización a gran escala

3. La destrucción de ecosistemas naturales
4. La extinción acelerada de plantas y animales
5. La pérdida constante de suelos agrícolas productivos, debido a la erosión y la desertización.

Para la presente investigación, es necesario tener un dato preciso o aproximado de la población total del país ya que es en base a esta que se calcula el consumo aparente nacional per cápita por año consultado, al mismo tiempo, saber cuál es la población de cada estado ayuda para estimar si dicha entidad federativa es oferente o demandante de jitomate, relacionando el consumo aparente con la producción de cada estado en el año consultado.

El siguiente paso es obtener la población en México para el año estudiado por entidad federativa, para lo cual se consultó al sitio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el cual ya tiene publicados los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 el cual mediante una consulta a los resultados totales y exportando los mismos a un archivo de Excel, tenemos el dato exacto, en caso de estar interesados en otro año distinto a los que se lleva a cabo el censo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), ofrece proyecciones poblacionales de México hasta el año 2050, el cual se va actualizando año con año para incluir datos sobre migración, natalidad y mortalidad en su modelo.

4.3 Producción de jitomate por estados

Dentro de la agricultura mexicana la actividad hortícola es una de las más dinámicas y con mayor capacidad exportadora. De los principales productos hortícolas sobresale el cultivo del jitomate (tomate en el norte). Tradicionalmente la producción de esta hortaliza en el estado de Sinaloa ha sido un componente importante de la producción nacional y su comportamiento ha sido muy similar.

Uno de los aspectos más relevantes es que hasta 1933 la producción local comprendía más del 50% de la nacional. Posteriormente, y hasta después de los

sesenta, la proporción disminuye porque surgen más estados productores de tomate, crece más rápidamente la producción en estos y se diversifica la producción. En las dos últimas décadas vuelve a subir la proporción a más del 50 por ciento para posteriormente volver a disminuir significativamente. El cambio tecnológico, incremento de la competencia, actividad empresarial y problemas estructurales están en el fondo de estas tendencias (INEGI, 2010).

Sinaloa es considerado en México y en el mundo como una entidad eminentemente agrícola, donde se concentra gran parte de la producción de hortalizas del país. A lo largo del último siglo se ha dado un desarrollo de la horticultura como consecuencia principalmente de la variación que ha experimentado la demanda, tanto en el mercado nacional como en el mercado externo. Por otra parte, esta actividad, presenta entre sus peculiaridades más evidentes que aunque su volumen de producción no experimente un crecimiento significativo, como ha sucedido en los últimos diez años, el valor de la producción sí muestra una posición ascendente.

Esta situación favorable de la horticultura sinaloense se debe, entre otros factores, a su posición geográfica estratégica, un clima favorable, sus notables avances tecnológicos y gran capacidad de innovación, además sobresalen la organización eficiente de los productores, la disposición de tierra cultivable, una enorme infraestructura hidráulica, disponibilidad de mano de obra, reducciones arancelarias (TLCAN), tradición en sus relaciones con las distribuidoras estadounidenses, facilidades en telecomunicaciones y transporte y la calidad de sus productos hortícolas.

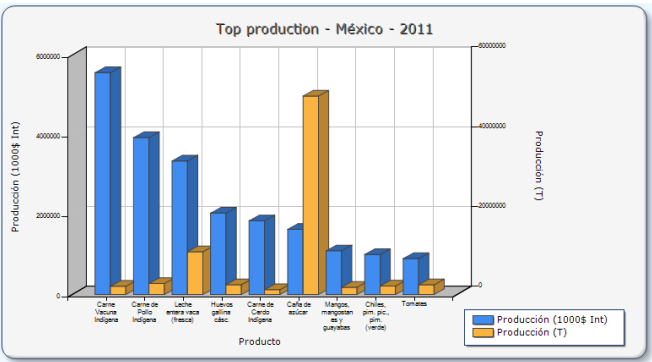
A partir de 1977 se presenta un crecimiento acelerado de la producción. En 1978 supera al millón de toneladas y 10 años después rebasa los dos millones por cuatro años consecutivos (1988-1991). En 1992 y 1994 hay una importante disminución, superada con creces al año siguiente. Después del 2000 la producción se mantiene apenas por encima de los dos millones, con cantidades inferiores a los últimos años de la década de los noventa (INEGI, 2010).

En este periodo hay que destacar que la superficie cosechada, que varía en promedio de las 60 mil a las 80 mil has durante 1977 a 1990, ya no tiene correspondencia directa con la cantidad producida, la mayor parte depende de la tecnología empleada (INEGI, 2010).

Su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada según la finalidad del producto se puede diferenciar el cultivo de jitomate hacia el consumo fresco y el cultivo de tomate industrial para la elaboración de otros alimentos. El jitomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. La existencia de zonas productoras diferentes justifica la necesidad de ensayar variedades aceptables y técnicas de cultivo adaptadas al suelo, clima y demás requisitos de crecimiento.

En primer lugar se debe establecer la oferta del jitomate en México por entidad federativa, para ello se buscó en los datos disponibles en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). La forma para la obtención de la información fue usando el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) que es un programa informático que le permite explotar con facilidad una base de datos con información agrícola, pecuaria y pesquera. Esta base de datos contiene información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2010. Las variables de consulta son: superficie sembrada, superficie cosechada, producción y valor de la producción. Se distingue cultivo anual y perenne, por ciclo agrícola y modalidad de riego o temporal. (SIAP. 2010).

Figura 10. Clasificación de la producción mexicana de acuerdo a su valor.



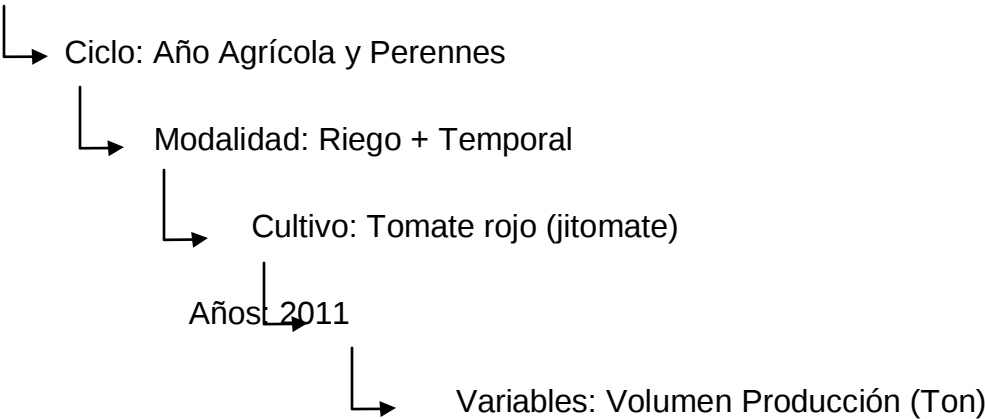
Posición	Producto	Producción (1000\$ Int)	Símbolo	Producción (T)	Símbolo
1	Carne Vacuna Indígena	5558189	*	2057540	Fc
2	Carne de Pollo Indígena	3930964	*	2759720	Fc
3	Leche entera vaca (fresca)	3346636	*	10724300	
4	Huevos gallina cásc.	2039244	*	2458730	
5	Carne de Cerdo Indígena	1847502	*	1201830	Fc
6	Café de azúcar	1633158	*	49735300	
7	Mangos, mangostanes y guayabas	1094864	*	1827310	
8	Chiles, pim. pic., pim. (verde)	1003534	*	2131740	
9	Tomates	900180	*	2435790	
10	Agua	875998	*	1264140	
11	Limonos y limas	851538	*	2147740	
12	Naranjas	788431	*	4079680	
13	Maíz	774820	*	17635400	
14	Bananos	602321	*	2138690	
15	Trigo	547417	*	3627510	
16	Algodón Fib	391602	*	274000	*
17	Frijoles secos	314288	*	567779	
18	Fresas	310681	*	228900	
19	Cebollas secas	293805	*	1398850	
20	Anís, badián, hinojo, cilantro	290682	*	52591	

* : Cifras no oficiales
[] : Datos oficiales
Fc: Datos calculados

Fuente: FAO, 2011

Una vez descargado e instalado el programa, se ejecutó para consultar la base de datos usando los siguientes parámetros:

Todos los Estados



4.4 Cálculo de oferta y demanda, establecimiento de orígenes y destinos

En el territorio nacional, es un cultivo con arraigo tradicional cuyo consumo es cotidiano en la dieta del mexicano.

Las superficies cosechadas de jitomate, mostradas en la gráfica nos confirman el crecimiento y consolidación que la hortaliza tiene desde las primeras décadas del presente siglo, razón por la cual se le llegó a denominar la reina de las hortalizas.

Las áreas de siembra dedicadas al cultivo representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas.

Así, se tiene que Sinaloa, estado productor de hortalizas por excelencia, dedicó al jitomate durante los últimos cuatro años una superficie de 26,154 has. en el 94; 27,634 has. en 95; 23,330 y 22,610 has. para el 96,97. Esta disminución en las superficies sembradas, se compensa con los elevados rendimientos que en la actualidad se obtienen por ha., es destacable comentar que el jitomate representó en los años 1994 a 1997 el 54.26% de la producción total de hortalizas del estado, con lo cual queda validada la importancia de este cultivo. Respecto al total nacional, la representatividad de las superficies sembradas promedio anuales, durante el período 1989-1997, dedicadas al cultivo en este estado, es del 36.47% (ASERCA, 1998).

Mientras que otros estados productores importantes como Baja California, San Luis Potosí, Michoacán y Sonora, contribuyeron en el mismo período con promedios del 7.63 %, 8.98 %, 6.01% y 4.56 %, respectivamente.

Acorde a su aporte a la producción nacional los estados subsecuentes en este renglón hasta 1997, están conformados por Baja California, Michoacán, San Luis Potosí y Sonora, como puede apreciarse en la gráfica el comportamiento del período 1989-97.

Aquí, cabe señalar la recuperación de superficies sembradas en el estado de Baja California, después de la caída sufrida en 1992, año especialmente difícil para las

zonas productoras, por fenómenos de sequía en nuestro país, donde apenas fueron sembradas 2,142 has., alcanzando su máximo histórico el año pasado al llegar a la cifra de 10,233 has. Así también se debe mencionar que Morelos tuvo alrededor de 600 has. Más de superficie sembrada que Sonora en 1997; sin embargo, su productividad está por debajo de este estado. (ASERCA, 1998).

El comportamiento de otros estados es variable, sin embargo mantienen su presencia significativa con respecto al total nacional, aunque se puede mencionar que las áreas tienden a diversificarse en un mayor número de estados, gracias a la difusión de tecnologías de riego, invernaderos e inclusive hidropónicos, que permiten una elevada productividad que hace rentable la inversión en este cultivo.

El régimen de humedad para el cultivo de jitomate en México es predominantemente de riego, existe una relación entre el régimen de humedad y los niveles de rendimiento, motivo por lo que el cultivo se produce abrumadoramente bajo riego, en alrededor del 85%, siendo el 15% restante de temporal. La situación geográfica del país y el uso intensivo de tecnologías de producción nos permite la explotación en los dos ciclos agrícolas conocidos: primavera - verano y otoño - invierno. La mayor producción se obtiene durante este último, aún y cuando en los últimos años la superficie cosechada tiende a ser similar en ambos ciclos.

Con una producción nacional de 1,908,607 toneladas durante 1997, el jitomate, mantiene con algunos altibajos, su tendencia histórica creciente, de este total 5 estados aportan aproximadamente el 73% del total nacional de la producción (ASERCA, 1998).

Sinaloa es el estado con el mayor volumen alcanzado con 669, 204 toneladas durante 1997, seguido por Baja California y Michoacán con 456,263 y 123,440 ton. así como de San Luis Potosí y Sonora con 110,555 y 63,673 ton., respectivamente (ASERCA, 1998).

El siguiente paso ahora es estimar la demanda de cada estado, pero debido a la falta de información sobre consumo estatal, este dato se calculó usando el consumo aparente per cápita de jitomate en México y multiplicarlo por la población de cada entidad federativa, la cantidad que se obtiene de esta manera se restará a la producción del mismo estado para determinar si esa entidad es oferente o demandante.

Debido a la cercanía del Estado de México con el Distrito Federal, se tomaron las cifras de estas dos entidades y se sumaron, ya que la diferencia del costo de transporte desde las principales ciudades hasta estos destinos es mínima.

4.5 Calcular costos de transporte

El tema del transporte en México ha recibido muy poca atención por parte de los sectores público, privado y académico. Lo anterior es sorprendente debido a la enorme importancia del sector en la economía mexicana, así como sus efectos directos e indirectos en el resto de la economía. Recientes estudios comparativos internacionales han demostrado que México no sólo presenta altos costos arancelarios y no arancelarios –y superiores a otros como Brasil, Colombia, Argentina, Japón y Canadá, entre otros-, sino que los costos de las barreras no arancelarias son superiores a las arancelarias, incluyendo aspectos de telecomunicaciones, energía y transporte, entre otros (Dussel, 2008Pág. 22).

De igual forma, y desde una perspectiva internacional, no sólo el costo de transporte, sino que también su eficiencia en términos de tiempo pareciera ser determinante para el comercio: cada día adicional que el producto requiere para ser transportado implica una caída de 1% en el comercio (Dussel, 2008Pág. 22).

Reciente información del Banco Mundial indica que si bien México pareciera ser relativamente competitivo en el transporte de comercio transfronterizo en sus exportaciones –con alrededor de 17 días y 1,302 dólares para la exportación promedio de un contenedor-, las importaciones reflejan particularmente

dificultades, con 23 días y 2,411 dólares y muy por encima de otros competidores (Dussel, 2008Pág. 22).

Los resultados anteriores sorprenden considerando la cercanía del principal socio comercial de México –los Estados Unidos- y las dimensiones de las diferencias: en el caso de las importaciones de la OCDE, por ejemplo, éstas requieren de 10.4 días y 986 dólares por contenedores, es decir, un 55% y 59% menos que las importaciones mexicanas, respectivamente.

Instituciones regionales como el BID y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) han llevado a cabo diversos estudios desde la década de los ochenta para examinar las condiciones y retos de la infraestructura en general y con cierto énfasis en el transporte. El caso de los puertos, por ejemplo, así como los enormes avances mediante la reestructuración de las empresas públicas y el proceso de privatización que se ha dado desde entonces –en diversos casos en esquemas de cooperación compartida pública-privada-, han sido analizados con cierto detalle (CEPAL 1992).

Las particularidades del comercio desde entonces, mayor costo de transporte (incluyendo seguros) a mayor valor del producto, la creciente relevancia de las economías de escala con el transporte en contenedores y el resultante incremento en el cabotaje de los puertos (y el transporte en general), así como la importancia de las características concretas del comercio nacional y regional, siguen vigentes en la actualidad.

Existe una importante coincidencia en que los fletes y los costos de transporte en general –que representan el 3.6% de los costos de las importaciones (Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2006) - se han incrementado recientemente en forma importante y como resultado de la mayor demanda, alza de costos críticos como seguros, energía, renta de buques por tiempo y precios de nuevos medios de transporte, entre otros. Como contraparte, la creciente eficiencia de los medios de transporte –incluyendo mayores niveles

de utilización- y de la logística han permitido que los precios del transporte no hayan aumentado en forma desmedida.

Al investigar con productores locales, se conoce que el transporte del jitomate en México se hace en una caja seca de 53', ya que se envía en fresco para que vaya madurando en el camino y que esté listo para el consumidor final al momento en que llega a su destino. Entonces para buscar el costo de transporte del jitomate, se buscó un proveedor de servicios de fletes a toda la República Mexicana y que cuente con el servicio de la caja como es requerida.

Se consultó a la empresa fletes.com que es el primer portal electrónico cualquier persona podrá cotizar de manera fácil e inmediata sus fletes de carga terrestre en equipos completos; garantizándole un servicio de calidad, eficiente y enfocado en la seguridad, convirtiéndose en la mejor opción para consultar costos de transporte en toda la República Mexicana en las diferentes modalidades de transporte terrestre en equipo completo. (Fletes, 2010)

Dentro de este sitio, se seleccionó la caja en cuestión de 53' la cual es ideal para el transporte de materiales delicados o que no pueden estar expuestos a la intemperie, la cual tiene una capacidad en peso de 28 toneladas pero de acuerdo a información de productores, sólo se envían 20 toneladas por la forma del empaque que generalmente son pallets. En este trabajo de investigación no se consideraron los costos por seguro de la mercancía así que solo se selecciona la información del transporte de la misma. Ya que esta dato por el total de la capacidad del tráiler, los datos obtenidos son divididos entre 20 para calcular el costo por tonelada transportada. Las ciudades origen y destino, son las consideradas más importantes para el comercio del jitomate en cada estado de la República Mexicana.

Otra opción es pedir una cotización a empresas transportistas pero como son muchos datos los requeridos, se puede simplemente solicitar un estimado de transporte de flete y el costo por km recorrido en los traslados de mercancía, de esta forma, lo único que se necesita es saber el kilometraje carretero que hay

entre cada ciudad origen y el destino para luego multiplicarlos por el costo por kilómetro y sumarle el flete, de esta manera tenemos el costo del flete de cualquier origen hasta los destinos, por último dividir esta cantidad entre el número de toneladas transportadas y así tenemos el costo de transporte de cada tonelada desde el origen (i) al destino (j) requerido.

$\text{Costo Flete} = \text{Flete local} + (\text{Costo por Km recorrido} * \text{Distancia Km } i \text{ a } j)$

$\text{Costo de transporte por tonelada} = \text{Costo Flete} / \text{Número de Toneladas transportadas}$

El costo de transporte por tonelada es importante para el modelo ya que se basa en dicho costo para optimizar la ruta de distribución del jitomate:

4.6 Producción Histórica

La producción potencial depende de la capacidad productiva de la economía, la cual depende a su vez de los factores existentes (capital, trabajo, tierra, etc.) y de la eficiencia tecnológica de la economía. El PIB potencial tiende a crecer de una manera lenta e ininterrumpida porque algunos factores como el trabajo y el capital y la tecnología cambian a un ritmo bastante lento con el paso del tiempo. En cambio, el PIB efectivo sufre grandes fluctuaciones cíclicas si los patrones de gasto cambian bruscamente. La política económica (como la política monetaria y la política fiscal) puede afectar rápidamente a la producción efectiva, pero influye lentamente durante varios años en las tendencias de la producción potencial.

Durante los ciclos económicos, el PIB efectivo se aleja del potencial. Por ejemplo, en 1982 la economía de Estados Unidos produjo casi 300.000 millones de dólares menos de lo que podía haber producido, lo que representa una pérdida de \$5.000 por familia en un solo año (Dillard, 1980).

Las crisis económicas se denominan recesiones cuando la producción real disminuye durante uno o dos años y la diferencia entre la producción efectiva y la

potencial es pequeña; Se denominan depresiones cuando la producción disminuye durante un largo período de tiempo y existe una gran diferencia entre la producción efectiva y la potencial.

La ciencia económica oficial estaba entonces basada en el concepto de equilibrio entre la oferta y la demanda. La nueva propuesta de Keynes se basaba en otro equilibrio, en el equilibrio entre ingresos y gastos, entre renta y demanda agregada (Dillard, 1980).

Se le llama producción potencial al total de los bienes y servicios que una economía en situación de pleno empleo es capaz de producir. La producción potencial depende exclusivamente de los factores productivos, capitales y trabajadores, y de los conocimientos tecnológicos de que se disponga. Se considera que la producción potencial se consigue mediante un uso normal de esos factores productivos; puede haber temporalmente una utilización a un ritmo más fuerte mediante la que se consiga una producción algo superior a la potencial y puede que haya situaciones de desempleo de los factores en las que la producción del país será inferior a la potencial.

En caso de observar en los datos obtenidos de producción, después de calcular su oferta-demanda, se verifica que existe un déficit en la cantidad de producto demandado en México, una solución a este problema es producirlo domésticamente es decir, incentivar su producción dentro del territorio nacional; el problema es saber que entidades pueden hacerlo y para responder a esta pregunta, se consulta la producción histórica de unos años atrás en cada Estado para poder estimar el potencial de producto que se puede obtener en cada entidad federativa.

Para llevar a cabo lo anterior, se puede consultar nuevamente la base de datos del SIACON, solo que en esta ocasión se pide la información histórica necesaria y realizar un ordenamiento por cantidad demandada-ofertada de los estados, de esta manera tenemos la cantidad que potencialmente cada estado es capaz de producir.

CAPITULO 5.-PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL MODELO DE TRANSPORTE

Uno de los objetivos del presente trabajo de investigación es la construcción de un modelo de transporte con el cual se puede optimizar la distribución del jitomate mexicano, minimizando el costo de transporte.

En la práctica se puede encontrar con dos tipos de modelos dependiendo la producción nacional de jitomate en determinado año de estudio, uno es un modelo deficitario que es cuando la producción anual es menor que la demanda calculada en función de la población, el otro es un modelo superavitario y es cuando la producción nacional es mayor que la demanda para ese año específico.

En cualquiera de los casos, se pueden seguir ciertos procedimientos ya sea para cubrir el déficit (con producción potencial, importaciones, etc.), o para la distribución de los excedentes de la mejor manera (exportaciones, productos de valor agregado, etc.). En esta sección se muestran algunos de los procedimientos con los que se cubre la demanda aparente o se distribuye de manera óptima la producción nacional.

Para mostrar los dos casos, se presentan modelos de transporte utilizando información de producción para los años 2009 y 2011, en caso de los costos de transporte se utilizarán los presentados por la empresa fletes.com para el primer trimestre del 2011 en el caso del primero modelo y para el segundo modelo, se utilizará el cálculo estimado del flete en relación al costo por kilómetro recorrido. El número de población para calcular la demanda 2009 será el del censo nacional de población y vivienda 2010, y para el modelo 2011 se utilizará la proyección de población del CONAPO.

Esta información se introdujo en ambos modelos en sus 2 respectivas secciones, por una parte la función objetivo que incluye los costos de transporte con el esquema origen-destino y por otra, las restricciones que a su vez se divide en

oferta y demanda, mismas que contienen información sobre la cantidad con la que cuenta cada origen y el número de unidades (T) que requiere cada destino.

5.1. Variable para el consumo aparente

Una estimación de FAO sobre el consumo aparente en México es de 19.18 kg. con la respectiva aclaración de que esta cantidad puede ser menor debido a desperdicio o malbaratado del producto en los hogares como en la preparación, sobras, regalada, etc. El año 2007 es el último con el que se cuenta este dato de consumo dentro del sitio FAOSTAT.

Para la incorporación de esta variable es necesaria su transformación a toneladas resultando en 0.01918 toneladas por persona por año.

Figura 11. Consumo aparente de alimentos (kg/persona/año)

País	Producto	2007
México	Tomates	19.18
	Toneladas	0.01918

Fuente: FAOSTAT | © FAO Dirección de Estadística 2012 | 17 febrero 2012

Para el modelo de 2011, se llevó a cabo el procedimiento revisado en el apartado 4.1 “Cálculo del consumo aparente”, se utilizó información de 2010 puesto que se debe calcular el consumo aparente con el cual se comportó el año inmediato anterior al del modelo que se va a estudiar (2011), quedando como se muestra a continuación:

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Producción total} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Cuadro 5. Cálculo del consumo aparente nacional

Producción Nacional 2010	Importaciones	Exportaciones	Consumo Aparente Nacional
2,277,792	33,049	1,509,616	801,225

Fuente: Elaboración propia

Por último, se divide el CA Nacional entre la población registrada durante el año en estudio (2010), para calcular el CA per cápita tanto en toneladas como por kilo, por año.

$$\text{CA Per Cápita (T)} = \text{Consumo aparente} / \text{Población (2010)}$$

Cuadro 6. Cálculo del consumo aparente per cápita

Consumo Aparente Nacional	Población 2010	CA Per Cápita (T)	CA Per Cápita (Kg)
801,225	112,336,538	0.0071324	7.1324

Fuente: Elaboración propia

5.2 Variable de población

De acuerdo al método mencionado en el capítulo cuarto, los resultados obtenidos en el sitio del INEGI se trasladan a un archivo de Excel para luego ser ordenadas por estados y se obtienen las siguientes cifras que representan la población total en el país, dividida por Estados.

Como ya se mencionó, esta variable se utilizará para el modelo 2009 por simplicidad, sin embargo, para el modelo 2011 se empleará la proyección que ofrece el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la cual ofrece en su sitio de internet, un pronóstico del crecimiento de población mexicana para los próximos 40 años.

Por efectos de simplicidad y debido a la cercanía, la población del Estado de México y el Distrito Federal, serán considerados como un solo estado ya que la diferencia de costos de transporte entre estas dos entidades es mínima, por lo

que los modelos no serán afectados por esta unión, además se sabe que algunos puntos de venta al consumidor final en el Estado de México, son abastecidos desde la central de abastos del DF.

Cuadro 7. Población total en México 2010, desglosada por estados

Clave	Nombre de la entidad	Población total
00	Total nacional	112,336,538
01	Aguascalientes	1,184,996
02	Baja California	3,155,070
03	Baja California Sur	637,026
04	Campeche	822,441
05	Coahuila de Zaragoza	2,748,391
06	Colima	650,555
07	Chiapas	4,796,580
08	Chihuahua	3,406,465
09	Distrito Federal	8,851,080
10	Durango	1,632,934
11	Guanajuato	5,486,372
12	Guerrero	3,388,768
13	Hidalgo	2,665,018
14	Jalisco	7,350,682
15	México	15,175,862
16	Michoacán de Ocampo	4,351,037
17	Morelos	1,777,227
18	Nayarit	1,084,979
19	Nuevo León	4,653,458
20	Oaxaca	3,801,962
21	Puebla	5,779,829
22	Querétaro	1,827,937
23	Quintana Roo	1,325,578
24	San Luis Potosí	2,585,518
25	Sinaloa	2,767,761
26	Sonora	2,662,480
27	Tabasco	2,238,603
28	Tamaulipas	3,268,554
29	Tlaxcala	1,169,936
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	7,643,194
31	Yucatán	1,955,577
32	Zacatecas	1,490,668

FUENTE: Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI

5.3. Variable de producción de jitomate por estados

Los valores que toma esta variable van a ser distintos de acuerdo al año consultado, pero el procedimiento será el mismo que se mencionó en apartado 4.3 y el cual se muestra de manera gráfica a continuación:

Para descargar el sistema de consulta de información (SIACON) es necesario acceder al sitio de SIAP y elegir la forma en que se descargará el archivo ya que tiene un tamaño considerable, se tiene la opción de bajar un solo archivo (aprox. 42 Mb) o descargar varios archivos comprimidos dentro de ficheros ZIP, para luego descomprimirlos y ejecutar el archivo Setup.exe y seguir las instrucciones.

Figura 12. Pantalla de descarga programa SIACON



GOBIERNO FEDERAL SAGARPA SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera **siap.gob.mx**

SOBRE EL SIAP AGRICULTURA GANADERÍA PESCA ECONOMÍA Y MERCADOS CLIMA GEOGRAFÍA TRANSPARENCIA SALA DE PRENSA

INICIO | GANADERÍA | DESCARGAS | **SISTEMA DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y DE CONSULTA 2010 (SIACON)**

SIACON

DESCRIPCIÓN

El Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) es un programa informático que le permite explotar con facilidad una base de datos con información agrícola, pecuaria y pesquera.

- Fecha de actualización: 29 de agosto de 2011.
- Frecuencia de actualización: anual.

CONTENIDO DE LA BASE DE DATOS

Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2010. Las variables de consulta son: superficie sembrada, superficie cosechada, producción y valor de la producción. Se distingue cultivo anual y perenne, por ciclo agrícola y modalidad de riego o temporal.

Información de la Producción Pecuaria Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2010. Las variables de consulta son: producción, precio y valor del ganado en pie. Los productos son: carne en canal, cera, lana, leche y miel, clasificados por las siguientes especies: bovino, porcino, caprino, ovino, aves (pollo y guajolote) y abejas. También se incluye la población ganadera, avícola y apícola.

Información de la Producción Pesquera Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2008 de la variable peso vivo diferenciando destino de la misma en 115 especies. Fuente de los datos: CONAPESCA.

REQUISITOS DE INSTALACIÓN Y PRECAUCIONES

El SIACON es un programa que para consultarse debe instalarse en una computadora.

Antes de iniciar la instalación del SIACON se deberá desinstalar la versión anterior —si es que existe— desde el Panel de Control de Windows.

- Espacio requerido para su instalación: 147 MB.
- Sistema Operativo: Windows 98-SE, XP-SP3 o Vista tanto de 32 como de 64 bits.

DESCARGA EN UN ARCHIVO

1. Descargar el archivo: **SIACON.zip (42,932 KB)** en una área temporal del disco duro.
2. Descomprimir con el programa llamado WinZip.
3. Ejecutar el archivo llamado Setup.exe.
4. Seguir las instrucciones de la instalación.

DESCARGA EN VARIOS ARCHIVOS

1. Descargar los nueve archivos siguientes: **SIACON.zip (6,066 KB)**, **SIACON.z01 (6,144 KB)**, **SIACON.z02 (6,144 KB)**, **SIACON.z03 (6,144 KB)**, **SIACON.z04 (6,144 KB)**, **SIACON.z05 (6,144 KB)**, **SIACON.z06 (6,144 KB)** en una misma área temporal del disco duro.
2. Descomprimir con el programa llamado WinZip.
3. Ejecutar el archivo llamado Setup.exe.
4. Seguir las instrucciones de la instalación.

Fuente: SIAP-SIACON 2009

Una vez instalado, se selecciona la información que se desea consultar, en este caso, la producción en volumen (ton) de Tomate rojo dividida por estados, ambos ciclos y modalidades para el año 2009 y 2011.

Se tomó información de estos 2 años ya que la base de datos es actualizada cada septiembre y dado que el presente se elaboró en 2012 y actualizó en primavera de 2013, aún no se cuenta con datos del 2012.

Figura 13. Pantalla de selección programa SIACON

Módulo Agrícola del Siacon

Clase

Estado

Ciclo

Modalidad

Cultivo

Estado

Ciclo

Modalidad

Cultivo

COAHUILA DE ZARAGOZA

Otoño-Invierno

Riego

Tomate Rojo (jitomate)

CHIAPAS

Primavera-Verano

Temporal

Tomate Verde

CHIHUAHUA

Año Agrícola

Riego + Temporal

Tomillo

DISTRITO FEDERAL

Perennes

Toronja (pomelo)

DURANGO

Año Agrícola y Perennes

Trebol

GUANAJUATO

Trigo Forrajero

GUERRERO

Trigo Grano

Grupos

Variables

Formato de la información:

CEREALES

ESPECIAS Y MEDICINALES

FORRAJES

FRUTALES

Superficie Sembrada (Ha.)

Superficie Cosechada (Ha.)

Superficie Sinistrada (Ha.)

Volumen Producción (Ton.)

Estado

Ciclo

Modalidad

Desglose por: Cultivo

Modo de despliegue de Cultivos:

Genéricos

Años

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

Descripción	2009	2010
Resumen Nacional		
Año Agrícola y Perennes		
Riego + Temporal		
Volumen Producción (Ton.)		
Tomate Rojo (jitomate)	2,043,814.55	2,277,791.44
AGUASCALIENTES		
Año Agrícola y Perennes		
Riego + Temporal		
Volumen Producción (Ton.)		
Tomate Rojo (jitomate)	7,707	10,368

Fuente: SIAP-SIACON 2009

El resultado de esta consulta es la producción que tuvo cada estado en el año 2009 y 2011, se trasladan estos datos a un archivo de Excel para su manipulación y se tienen los siguientes extractos:

Cuadro 8. Producción de Tomate rojo en el año 2009, dividida por estados.

PRODUCCIÓN ESTATAL DE JITOMATE EN MÉXICO 2009		
CLAVE	ESTADO	PRODUCCION
01	Aguascalientes	7,707
02	Baja California	180,135
03	Baja California Sur	102,607
04	Campeche	4,413
05	Coahuila	49,845
06	Colima	11,111
07	Chiapas	33,560
08	Chihuahua	12,874
09	DF Y Área Metropolitana	69,890
10	Durango	7,269

Fuente. Elaboración propia con datos del SIACON

Cuadro 9. Producción de Tomate rojo en el año 2011, dividida por estados.

PRODUCCION ESTATAL DE JITOMATE EN MEXICO 2011		
CLAVE	ESTADO	PRODUCCION
1	AGUASCALIENTES	13,288
2	BAJA CALIFORNIA	162,325
3	BAJA CALIFORNIA SUR	92,883
4	CAMPECHE	6,079
5	COAHUILA	46,858
6	COLIMA	11,920
7	CHIAPAS	49,397
8	CHIHUAHUA	6,709
9	DF Y AREA METROPOLITANA	74,432
10	DURANGO	13,624

Fuente. Elaboración propia con datos del SIACON

Los datos se utilizan en dos diferentes modelos que corresponden al año de estudio y pueden consultarse en su totalidad en los anexos al final de este documento.

5.4 Variables de producción, oferta y demanda por estados

Para saber si un estado es oferente o demandante se tiene que relacionar las variables de producción, consumo aparente y población, con la finalidad de establecer si la producción que tiene determinado estado, es suficiente para cubrir su demanda y si le resta producto para distribuir entonces se considera como oferente. En caso contrario si no alcanza a cubrir su demanda entonces requiere producto de otros estados por lo que se considera como un estado demandante.

En primer lugar se calcula el consumo aparente de cada estado con la siguiente fórmula:

Consumo per cápita Nacional	X	Población Estatal	=	Consumo Aparente Estatal
--------------------------------	---	-------------------	---	-----------------------------

Ahora para calcular si el estado es oferente o demandante, aplicamos la siguiente fórmula:

Producción	--	Consumo Aparente	=	Oferta-Demanda
------------	----	------------------	---	----------------

En caso de resultar un número positivo en esta fórmula, se considera a ese estado como oferente pues cubre su demanda doméstica y aún le queda producto para distribuir a los demás estados. En caso contrario, de ser negativo el resultado quiere decir que su producción no cubre su consumo interno y requiere obtener jitomate de otros estados con excedentes.

En los siguientes cuadros se muestran extractos de los datos que se usarán en los modelos 2009 y 2011 respectivamente. Los datos están ordenados por estados que cuentan con mayor oferta hasta los que tienen más demanda de jitomate en México para el año en cuestión.

Cuadro 10. Oferta-Demanda de jitomate ordenada por estado para el año2009.

ESTADO	POBLACION	CONSUMO APARENTE	PRODUCCION	OFERTA-DEMANDA
Sinaloa	2,767,761	53,086	668,303	615,217
Baja California	3,155,070	60,514	180,135	119,621
Baja California Sur	637,026	12,218	102,607	90,389
Zacatecas	1,490,668	28,591	95,121	66,530
San Luis Potosí	2,585,518	49,590	112,150	62,560
Michoacán	4,351,037	83,453	140,185	56,732
Morelos	1,777,227	34,087	67,093	33,006
Nayarit	1,084,979	20,810	50,285	29,475
Tamaulipas	3,268,554	62,691	65,598	2,907
Colima	650,555	12,478	11,111	-1,367
Coahuila	2,748,391	52,714	49,845	-2,869

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, SIACON y FAO

Cuadro 11. Oferta-Demanda de jitomate ordenada por estados para el año 2011.

ESTADO	POBLACION	CONSUMO APARENTE	PRODUCCION	OFERTA - DEMANDA
Sinaloa	2,878,525	20,531	345,011	324,480
Baja California	3,275,399	23,361	162,325	138,964
Zacatecas	1,522,741	10,861	134,369	123,508
Michoacán	4,458,100	31,797	148,081	116,284
San Luis Potosí	2,647,570	18,883	108,614	89,731
Baja California Sur	672,682	4,798	92,883	88,085
Campeche	852,373	6,079	6,079	0
Veracruz	7,791,801	55,574	54,382	-1,192
Hidalgo	2,730,570	19,475	14,991	-4,484
Guerrero	3,473,454	24,774	19,010	-5,764
Tlaxcala	1,206,291	8,604	104	-8,500

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, SIACON y FAO

5.5 Variables de costos de transporte.

Para calcular los costos de transporte desde los diferentes orígenes a los destinos, se debe obtener una cotización específica, lo que implica el ponerse en contacto con empresas dedicadas a servicios de transportación y logística, especificar los datos requeridos y esperar respuesta. Sin embargo para este propósito se tiene la alternativa de la empresa Fletes.com la cual cuenta con un cotizador en línea y de manera temporal.

Dentro del sitio de Fletes.com se eligen los parámetros deseados antes de solicitar la cotización, se cuenta con opciones para el transporte como cajas de 53 y 48 pies, cajas refrigeradas, plataformas y hasta camionetas para 3 toneladas. En el caso del jitomate lo más común es el uso de cajas secas de 53 pies, y dependiendo el embalaje de la hortaliza, este tipo de transporte puede llevar desde 20 a 24 toneladas, para este trabajo se calculó una pérdida de producto usual en el transporte del mismo, por lo que se estima que llegan a su destino 22 toneladas en cada corrida.

En el sitio también se puede contratar un seguro para la mercancía, en este caso no se hizo pues se trata de enfocarse en puro costo de transporte, sin incluir servicios especiales, carga y descarga, demoras, impuestos, etc. Cuenta con la opción de seleccionar varios orígenes y destinos, ya que es una empresa relativamente grande, su servicio incluye todos los estados de la República Mexicana.

Figura 14. Pantalla de cotización FLETES.COM

FLETES.COM
su opción en transporte

VENTAS
México: (55) 4611-1397 52*16889*23
Monterrey: (81) 1806-0640 52*16889*27
Guadalajara: (33) 1617-4755 52*16889*26

Mi Cotización:
Servicios Cotizados: 0
Subtotal Actual: \$0.00
[Entrar](#) | [ver mi carrito](#) | [Comprar Ahora](#)

[Inicio](#) | [Nuestra Empresa](#) | [Contáctanos](#) | [Nuestros Clientes](#) | [Mi Cuenta](#) | [Comprar / Ver mi Carrito](#) |

Buscar:

Ir

Cotizar Tipo de Transporte
Promociones
Caja Seca - 53'
Caja Seca - 48'
Caja Refrigerada - 53'
Plataforma de 40'
Plataforma Extra Larga
Madrinas
Torton
Rabon
Camionetas 3.5 tons.
Camionetas 1.0 Ton.
SEGURO de Carga

Más Información
OPERACIONES:
MEXICO:
Zahit: (55) 4620-2566
Miriam: (55) 4610-6243
MONTERREY:
Erick: (81) 1155-1720
(81)1808-0646
GUADALAJARA:
Alvaro: (33) 1617-4666

Trailer - 53' Caja Seca*

[Ver imagen más grande](#)

Seleccione ORIGEN y DESTINO de su embarque para obtener la COTIZACIÓN deseada.
Precio: \$21,000.00
Seleccione:
ORIGEN:
DESTINO:
Quantity: [Comprar](#)


Chat en directo
Conectado
HAZ CLIC AQUI

Entrar a mi Cuenta
Correo Electrónico

Contraseña
Sele solicitará su contraseña en la siguiente página.
[Crear una cuenta](#)
[Recuperar Contraseña](#)

Cotizador Temporal
Su cotizador está vacío.

NOTAS:

- La tarifa que se muestra en pantalla **ES APROXIMADA Y TENDRÁ QUE SER CONFIRMADA POR UN EJECUTIVO DE FLETES.COM.**
- No incluye impuestos, ni servicios especiales y esta sujeta a disponibilidad de equipo.
- No incluye el seguro de la mercancía, por lo que viaja por cuenta y riesgo de la parte contratante (A excepción que se contrate el seguro en FLETES.COM)
- Se cuentan con 24 hrs para carga y descarga, después de ese tiempo se cobrarán demoras.
- No incluye maniobras de carga y descarga

Si desea realizar su embarque con FLETES.COM, le sugerimos adquirir el Seguro de su mercancía (opcional), para cotizar favor de hacer [click aquí](#).

Fuente: FLETES.COM

Los datos que se obtienen de cada consulta, son ingresados en una matriz de costos donde se especifica el origen y el destino de cada cotización, para luego dividir los datos entre 22 toneladas ya que el costo que se tiene es por el transporte de la caja de 53 pies y no por el peso que transporta.

Para el caso del modelo del año 2011, se obtuvo un estimado del costo por flete por kilómetro recorrido, de esta manera, se buscan las distancias entre las ciudades por las cuales circula el jitomate para abastecer los estados destinos.

Cuadro 12. Extracto de matriz de costos de transporte para el análisis del año 2009.

DESTINOS	ORIGENES					
	Sinaloa	Baja California	Baja California Sur	Zacatecas	Michoacán	San Luis Potosí
Colima	675	1,700	2,743	521	463	534
Coahuila	587	1,298	2,371	374	585	557
Querétaro	808	1,834	2,870	392	180	194
Sonora	743	656	1,733	1,203	1,478	1,347
Campeche	1,789	2,814	4,053	1,304	1,074	1,142
Aguascalientes	850	1,737	2,777	168	312	195
Tlaxcala	1,040	2,077	3,315	539	433	501
Durango	537	1,428	2,667	300	558	492

Fuente: Elaboración propia con datos de FLETES.COM

Como se explicó anteriormente se aplica la siguiente fórmula

Costo Flete = Flete local + (Costo por Km recorrido * Distancia Km i a j)

Donde

Flete local = Costo por un flete local o < a 30 Km

Costo por Km recorrido = costo por transportar la carga por distancia medida en Km

i = Ciudad del Estado Origen (Estado con oferta de jitomate)

j = Ciudad del Estado Destino (Estado con demanda de jitomate)

Por último, este resultado se debe expresar en costo por toneladas asegurando el costo real en caso de usar camiones de menor capacidad como la caja seca de 48 pies, en el caso de ambos modelos aquí presentados, se utilizó caja seca de 53 pies, la cual es capaz de transportar hasta 28 toneladas, pero garantizando 22, por lo que se aplica la siguiente formula:

Costo de transporte por tonelada = Costo Flete / Número de Toneladas transportadas

Cuadro 13. Extracto de matriz de costos de transporte para el análisis del año 2011.

ORIGEN	DESTINO				
	Chihuahua	DF y Área Metropolitana	Guerrero	Hidalgo	Nuevo León
Sinaloa	\$ 712	\$ 935	\$ 1,088	\$ 888	\$ 977
Baja California	\$ 860	\$ 1,682	\$ 2,020	\$ 1,820	\$ 1,355
Zacatecas	\$ 569	\$ 636	\$ 640	\$ 579	\$ 379
Michoacán	\$ 871	\$ 464	\$ 864	\$ 320	\$ 706
San Luis Potosí	\$ 700	\$ 500	\$ 501	\$ 382	\$ 568
Baja California Sur	\$ 1,986	\$ 2,727	\$ 2,936	\$ 2,949	\$ 1,519
Jalisco	\$ 1,097	\$ 576	\$ 855	\$ 571	\$ 816

Fuente: Elaboración propia con datos del sitio web fletes.com

La diferencia entre estos 2 cuadros se debe a que para el análisis del año 2009 se utilizaron orígenes y destinos obtenidos para ese mismo año, mediante cotización electrónica directa del sitio Fletes.com y corresponden al primer trimestre de 2011. En cambio para el estudio del 2011, los datos de orígenes y destinos así como su demanda son los correspondientes al año en cuestión en la base de datos de SIACON, importaciones y exportaciones registradas en el sitio web de la FAOSTAT y los costos de transporte son los del cuarto trimestre de 2012 debido a falta de disponibilidad de información histórica en fletes.com.

La relación entre población estatal, consumo aparente y producción estatal, arroja el caso de Campeche el cual produce el total de su demanda por lo que no tiene producción que ofertar al mismo tiempo que no requiere producto de otros estados, por lo que se eliminó del modelo para simplificarlo todavía más.

5.6 Función Objetivo

Esta función es la suma de los costos de enviar una tonelada del origen i ($i=1\dots n$ =número de orígenes) al destino j ($j=1\dots m$ =número de destinos) es por ello que el costo de transporte se dividió entre el número de toneladas para obtener el costo por tonelada. De esta manera se incluyen en la función objetivo, llamada así porque el objetivo es minimizar el resultado de la misma, quedando de la siguiente forma:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Donde Z es el resultado de la función, buscando que sea el menor posible. La variable C representa el costo de enviar una tonelada del origen i al destino j . La variable X es la cantidad de toneladas a enviar de i a j , siendo la cantidad a calcular de manera que minimice Z .

Figura 15. Extracto de la función objetivo del modelo para el año 2009

MIN
675 X11 + 587 X12 + 808 X13 + ... + 696 X121 + 957 X122 +
1700 X21 + 1298 X22 + 1834 X23 + ... + 1721 X221 + 1881 X222 +
·
·
·
373 X81 + 552 X82 + 542 X83 + ... + 400 X821 + 681 X822 +
683 X91 + 660 X92 + 450 X93 + ... + 579 X921 + 574 X922

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Figura 16. Extracto de la función objetivo del modelo para el año 2011

$$\begin{aligned}
 &\text{MIN} \\
 &712 X_{11} + 860 X_{21} + 569 X_{31} + \dots + 903 X_{h1} + 681 X_{i1} + \\
 &935 X_{12} + 1682 X_{22} + 636 X_{32} + \dots + 545 X_{h2} + 868 X_{i2} + \\
 &\quad \cdot \\
 &\quad \cdot \\
 &\quad \cdot \\
 &1133 X_{110} + 2066 X_{210} + 648 X_{310} + \dots + 854 X_{h10} + 1177 X_{i10} + \\
 &1733 X_{111} + 2671 X_{211} + 1212 X_{311} + \dots + 1578 X_{h11} + 1901 X_{i11}
 \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

5.7 Restricciones de demanda

Las restricciones de demanda representan las toneladas requeridas en cada estado destino para cubrir las necesidades de sus habitantes. Cuando se encuentra un escenario donde la demanda es mayor que la oferta, las restricciones de demanda van a ser menor o igual a la cantidad requerida en cada estado, con lo que se obliga así al modelo a llegar a una solución factible minimizando el costo de transporte en la función objetivo, aun cuando no se cubra la demanda de algunos estados.

Figura 17. Extracto de las restricciones de demanda del modelo para el año 2009

$$\begin{aligned}
 &\text{SUBJECT TO} \\
 &X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} + X_{71} + X_{81} + X_{91} \leq 1367 \\
 &X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} \leq 2869 \\
 &\quad \cdot \\
 &\quad \cdot \\
 &\quad \cdot \\
 &X_{121} + X_{221} + X_{321} + X_{421} + X_{521} + X_{621} + X_{721} + X_{821} + X_{921} \leq 99609 \\
 &X_{122} + X_{222} + X_{322} + X_{422} + X_{522} + X_{622} + X_{722} + X_{822} + X_{922} \leq 390947
 \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Cuando la oferta es mayor que la demanda, entonces estas restricciones de demanda serán igual a la cantidad de demanda para asegurar que el modelo cubra toda la demanda requerida en cada estado, minimizando al mismo tiempo el costo en la función objetivo.

Figura 18. Extracto de las restricciones de demanda del modelo para el año 2011

SUBJECT TO $X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+ \dots +X_{f1}+X_{g1}+X_{h1}+X_{i1} = 18677$ $X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+ \dots +X_{f2}+X_{g2}+X_{h2}+X_{i2} = 102265$. . . $X_{110}+X_{210}+X_{310}+X_{410}+ \dots +X_{f10}+X_{g10}+X_{h10}+X_{i10} = 1192$ $X_{111}+X_{211}+X_{311}+X_{411}+ \dots +X_{f11}+X_{g11}+X_{h11}+X_{i11} = 12394$
--

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

5.8 Restricciones de oferta

En cuanto a las restricciones de oferta, representan el número de toneladas disponibles en cada origen para ser distribuidos en los estados demandantes.

Cuando se tiene mayor demanda que oferta, las restricciones de oferta llevan el signo de igual porque se busca distribuir todas las toneladas disponibles en los estados demandantes, aun cuando no se cubra la demanda en su totalidad.

Figura 19. Extracto de las restricciones de oferta del modelo para el año 2009

$X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{121} + X_{122} = 615217$ $X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{221} + X_{222} = 119621$. . . $X_{81} + X_{82} + X_{83} + \dots + X_{821} + X_{822} = 29475$ $X_{91} + X_{92} + X_{93} + \dots + X_{921} + X_{922} = 2907$

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

En el caso de encontrar un escenario de mayor oferta que demanda, el signo que llevan las restricciones de oferta es el de menor o igual la cantidad disponible, esto significa que no todos los orígenes deben enviar el total de producto con el que cuentan para cubrir la demanda en total.

Figura 20. Extracto de las restricciones de oferta del modelo para el año 2011

$X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{110} + X_{111} \leq 324480$
$X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{210} + X_{211} \leq 138964$
.
.
.
$X_{h1} + X_{h2} + X_{h3} + \dots + X_{h10} + X_{h11} \leq 4622$
$X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} + \dots + X_{i10} + X_{i11} \leq 1567$

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

5.9 Presentación de Resultados

Resultados para el modelo deficitario del año 2009

Debido a que la salida del programa muestra el valor que toma cada variable, solo se presenta un extracto del resultado donde se ve sólo del origen 1 equivalente al estado de Sinaloa y llega hasta el destino 22 el cual representa el número total de estados demandantes para el año 2009 de acuerdo a su consumo aparente.

El programa arroja una serie de resultados de la siguiente forma:

Cuadro 14. Salida del programa LINDO para el modelo de 2009.

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 79		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1,035,144,000		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	1367.000000	0.000000
X12	0.000000	231.000000
X13	7212.000000	0.000000
	.	
	.	
	.	
X120	0.000000	35.000000
X121	99609.000000	0.000000
X122	368349.000000	0.000000

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

Al principio se puede observar el valor de la función objetivo, un listado de todas las variables definidas en la función objetivo seguidas del valor que toman en la solución obtenida con LINDO, y por último el costo reducido que significa la cantidad de valor que aumentaría la función objetivo al forzar el envío de una tonelada extra de jitomate de ese origen a ese destino específico.

Después de analizados los datos, llegamos al siguiente listado donde se presentan solo las rutas que deben ser activas para minimizar el costo de transportar el total de la oferta.

Cuadro 15. Interpretación de resultados del programa LINDO para el modelo de 2009.

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VALOR
X46	Zacatecas	Aguascalientes	15021
X717	Morelos	Chiapas	18,456
X216	Baja California	Chihuahua	52,462
X32	Baja California Sur	Coahuila	2,869
X11	Sinaloa	Colima	1,367
X222	Baja California	DF Y Área Metropolitana	17,666
X28	Baja California	Durango	24,051
X121	Sinaloa	Guanajuato	99,609
X114	Sinaloa	Guerrero	14,473
X814	Nayarit	Guerrero	29,475
X112	Sinaloa	Hidalgo	40,113
X210	Baja California	Jalisco	25,442
X318	Baja California Sur	Nuevo León	72,922
X115	Sinaloa	Oaxaca	3,190
X515	San Luis Potosí	Oaxaca	42,406
X119	Sinaloa	Puebla	80,904
X34	Baja California Sur	Sonora	9,666
X413	Zacatecas	Tabasco	25,087
X713	Morelos	Tabasco	14,550
X47	Zacatecas	Tlaxcala	22,275
X420	Zacatecas	Veracruz	4,147
X520	San Luis Potosí	Veracruz	20,154
X620	Michoacán	Veracruz	56,732

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

Pero debido a que es un escenario deficitario, se debe revisar la segunda parte de los resultados y en la columna “SLACK OR SURPLUS” ver que variables tienen déficit y qué cantidad es la que falta por surtir.

La columna “ROW” es la línea del modelo que representa la variable que tiene el déficit y se cuenta como primera línea la instrucción “SUBJECT TO” así que el renglón 6 del modelo, representa la siguiente línea:

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + X_{65} + X_{75} + X_{85} + X_{95} \leq 11,361$$

Cuadro 16. Interpretación de precios duales para el modelo de 2009.

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
6)	11,361.000000	0.000000
10)	24,493.000000	0.000000
12)	34,962.000000	0.000000
18)	39,983.000000	0.000000

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

De acuerdo al modelo, se trata del destino 5 equivalente al estado de Campeche y el déficit es igual a demanda total del mismo. Se hace un análisis de manera análoga con las siguientes variables donde se obtiene el mismo resultado (déficit=demanda) pero, en la última fila se observa que el déficit es de 39,983 toneladas que según el modelo:

$$X_{117} + X_{217} + X_{317} + X_{417} + X_{517} + X_{617} + X_{717} + X_{817} + X_{917} \leq 58,439$$

Indica que al destino 17 (Chiapas) le llega una cantidad de $58,439 - 39,983 = 18,456$ toneladas.

Solución para cubrir el déficit en el modelo.

La primera solución para cubrir el déficit existente en el modelo sería la importación de jitomate para que llegue a los destinos que tienen un faltante, pero esto implica una dependencia alimentaria de México además de elevados costos

de importación y transporte, para evitar estos problemas se busca una solución considerando un mercado cerrado.

Cuando se tiene un problema de déficit en un mercado cerrado, la pregunta a responder es ¿Dónde obtener el producto faltante? La respuesta se encuentra en aumentar la producción doméstica por lo que se tiene que buscar los estados que puedan producir esa cantidad extra que se requiere.

Producción Potencial

El problema que se presenta ahora es, que el estado pueda producir la cantidad requerida para enviar a su homólogo deficitario, por lo que se debe calcular su producción potencial.

Para calcular la producción potencial que tiene cada estado, se revisa la producción que han tenido los últimos 15 años, de los cuales se toma el año en que tenga el mayor número de toneladas producidas. Esto significa que el estado tiene el potencial de producir sin importar la razón por la cual haya disminuido en el año en cuestión.

Esta información se encuentra en la base de datos de consulta de SIACON, a diferencia de la consulta de producción, ahora se incluyen los últimos 15 años, se exporta la información a una hoja de cálculo para el ordenamiento y facilidad de manipulación de datos, así se obtiene una nueva lista para volver a calcular la oferta de esos estados en los cuales se planea impulsar la producción.

En los resultados que arroja el modelo, se analizan los costos reducidos de cada estado que queda con déficit para ver de dónde se puede obtener las toneladas que le hace falta, la variable del origen al destino en cuestión que tenga el menor costo reducido es donde se recomienda aumentar su producción para cubrir el déficit con el mínimo costo de transporte.

Cuadro 17. Análisis de costo reducido para el modelo de 2009.

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	COSTO REDUCIDO
X917	TAMAULIPAS	CHIAPAS	47
X117	SINALOA	CHIAPAS	53
X517	SAN LUIS POTOSI	CHIAPAS	54
X75	MORELOS	CAMPECHE	249
X911	TAMAULIPAS	YUCATAN	312
X411	ZACATECAS	YUCATAN	314
X79	MORELOS	QUINTANA ROO	609
X99	TAMAULIPAS	QUINTANA ROO	621

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

En este extracto se analizan algunos de los costos reducidos de los estados deficitarios. Este costo significa el aumento de la función objetivo al enviar una tonelada del origen al destino que representa la variable correspondiente. Es por esto que se debe promover la producción potencial del estado origen que presente el menor costo reducido, es decir en Tamaulipas, Sinaloa, San Luis Potosí, etc. para cubrir el déficit al menor costo de transporte.

Para empezar se debe impulsar la producción potencial de los estados deficitarios para ver si ellos mismos pueden producir el faltante que tienen.

Cuadro 18. Análisis de producción histórica para el modelo de 2009.

MAXIMO HISTORICO EN LOS 4 ESTADOS CON DEFICIT						
ESTADO	MAXIMO	AÑO	2009	DEFICIT EN EL MODELO	POTENCIAL	CUBRE DEFICIT
Campeche	23,189	2005	4,413	11,361	18,776	SI
Quintana Roo	1,423	2008	931	24,493	492	NO
Yucatán	7,024	1996	2,546	34,962	4,478	NO
Chiapas	35,935	2000	33,560	39,983	2,375	NO

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

El único estado que alcanza a cubrir su déficit es Campeche y aún le queda producto para distribuir por lo que ahora podría entrar en el nuevo modelo como

oferente o en su caso más simple, sólo cubrir su demanda interna (dependiendo de la facilidad para promover su producción máxima histórica), y continuar revisando el menor costo reducido en la lista. Se incluye la producción máxima histórica de los estados con déficit, al mismo tiempo la de los estados con menor costo reducido, de manera que se cubra el déficit en el modelo.

El estado con menor costo reducido es Tamaulipas por lo que se incluye la producción potencial del mismo junto con la de los 4 estados deficitarios en un nuevo modelo para ver si con estos cambios se cubre el déficit del modelo original, pero al no ser suficiente, entonces seguimos con el siguiente estado que es Sinaloa pero solo faltan 74,843 toneladas así que esta es la producción que se debe promover en ese estado.

Cuadro 19. Análisis de cobertura del déficit para el modelo de 2009.

ESTADO	MAXIMO	2009	POTENCIAL DISPONIBLE	DEFICIT	REQUERIDO
CAMPECHE	23,189	4,413	18,776	11,361	18,776
QUINTANA ROO	1,423	931	492	24,493	492
YUCATAN	7,024	2,546	4,478	34,962	4,478
CHIAPAS	35,935	33,560	2,375	39,983	2,375
TAMAULIPAS	75,433	65,598	9,835		9,835
SINALOA	991,113	668,303	322,810		74,843
				110,799	110,799

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

Primero se eliminan, de la función objetivo, las variables de todos los orígenes al destino 5 equivalente al estado de Campeche (X_{i5} : $i=1...9$) ya que este estado ahora se convierte en un oferente de jitomate. Inmediatamente después se agrega una nueva variable con sus respectivos costos de transporte desde Campeche hasta todos los destinos que quedan (X_{10j} : $j=1...22$), excluyendo X_{105} por simplicidad ya que de lo contrario se debe mover todas las variables.

Cuadro 20. Cambios en el modelo para cubrir el déficit para el modelo de 2009.

ELIMINAR VARIABLES DE LA FUNCION OBJETIVO	INCLUIR VARIABLES EN LA FUNCION OBJETIVO
1789 X15	1274 X101
2814 X25	1437 X102
4053 X35	995 X103
1304 X45	2285 X104
1074 X55	1217 X106
1142 X65	.
860 X75	.
1409 X85	.
993 X95	1150 X1022

Fuente. Elaboración propia con datos arrojados por el programa LINDO

El siguiente paso es eliminar de las restricciones de oferta las mismas variables que se eliminaron de la función objetivo omitiendo claro, el costo de transporte, es decir

$$X_{i5}: i=1...9$$

En cuanto a las restricciones de demanda, se elimina la correspondiente al estado de Campeche, por lo que la fila a eliminar es la siguiente:

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + X_{65} + X_{75} + X_{85} + X_{95} \leq 11361$$

Ahora se deben agregar las nuevas variables en las restricciones de oferta, mismas que indican ahora la cantidad de toneladas de jitomate disponible en el estado de Campeche para enviar a todos los destinos:

$$X_{101} + X_{102} + X_{103} + X_{104} + X_{106} + \dots + X_{1022} = 7,415$$

Del mismo modo se agregan las variables en las restricciones de demanda para incluir a Campeche como nuevo origen y especificar que también puede enviar su oferta a cualquier otro estado que la demande:

Figura 21. Extracto de las restricciones de demanda para solucionar el déficit del modelo para el año 2009

$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} + X_{71} + X_{81} + X_{91} + X_{101} \leq 1367$
$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} + X_{102} \leq 2869$
$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + X_{63} + X_{73} + X_{83} + X_{93} + X_{103} \leq 7212$
.
.
.
$X_{121} + X_{221} + X_{321} + X_{421} + X_{521} + X_{621} + X_{721} + X_{821} + X_{921} + X_{1021} \leq 99609$
$X_{122} + X_{222} + X_{322} + X_{422} + X_{522} + X_{622} + X_{722} + X_{822} + X_{922} + X_{1022} \leq 390947$

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Las variables que se introdujeron son las últimas antes del signo de la igualdad

$$X_{10j}: j = 1 \dots 22$$

Donde el 10 = Campeche

J = Destinos desde 1 hasta el 22 ya que hay que recordar que por simplicidad, eliminamos el renglón que le correspondía a Campeche como estado destino pero no cambiamos el resto de las variables.

Por último se deben cambiar las cantidades correspondientes a la nueva oferta o demanda que presentan los estados que tienen déficit al igual que el estado de Tamaulipas, debido a la producción potencial que ahora tienen. El cambio debe hacerse en las restricciones correspondientes, de la misma manera que se incluyó el cambio en la variable de oferta del estado de Campeche mencionada en el párrafo anterior.

Cuadro 21. Estados que cubren el déficit en el modelo 2009.

ESTADO	OFERTA- DEMANDA
Sinaloa	690,060
Tamaulipas	12,742
Quintana Roo	-24,002
Yucatán	-30,484
Chiapas	-56,063

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Cambios en las restricciones de oferta en el modelo

$$X11 + X12 + X13 + X14 + X16 + \dots + X121 + X122 = 690,060$$

$$X91 + X92 + X93 + X94 + X96 + \dots + X921 + X922 = 12,742$$

Cambios en las restricciones de demanda en el modelo

$$X19 + X29 + X39 + X49 + X59 + X69 + X79 + X89 + X99 \leq 24,002$$

$$X111 + X211 + X311 + X411 + X511 + X611 + X711 + X811 + X911 \leq 30484$$

$$X117 + X217 + X317 + X417 + X517 + X617 + X717 + X817 + X917 \leq 56063$$

Con estas modificaciones, ya está listo el modelo para volver a ser corrido en el programa LINDO, verificar los resultados, ver el cambio en la función objetivo y como se cubre el déficit que se tenía originalmente.

Cuadro 22. Resultados obtenidos al resolver el déficit en el modelo 2009.

RESULTADO DE LA FUNCION OBJETIVO	
LP OPTIMUM FOUND AT STEP	83
OBJECTIVE FUNCTION VALUE	
1,180,656,000	

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

El nuevo valor de la función objetivo, representa un aumento del 7 % respecto del valor que obtuvimos en el resultado del modelo original, el incremento es el mínimo necesario para cubrir el déficit existente en cada estado que lo presentaba, así que el aumento de la producción potencial así como su distribución fue la óptima en el nuevo modelo.

Cuadro 23. Distribución del déficit en el modelo 2009.

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VALUE	REDUCED COST
X19	Sinaloa	Quintana Roo	3,845	0
X99	Tamaulipas	Quintana Roo	12,742	0
X109	Campeche	Quintana Roo	7,415	0
		Total Quintana Roo	24,002	
X511	San Luis Potosí	Yucatán	30,484	0
		Total Yucatán	30,484	
X117	Sinaloa	Chiapas	23,057	0
X717	Morelos	Chiapas	33,006	0
		Total Chiapas	56,063	
		Total general	110,549	

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Los resultados ahora tienen la producción potencial en los estados propuestos anteriormente así como las rutas que se activaron al incluir estos aumentos en la producción de los mismos. En los totales de los estados destino, se puede verificar que su demanda total es cubierta y desde que estados se distribuye este faltante en el modelo original.

Resultados para el modelo superavitario del año 2011

Como fue explicado antes, sólo se presenta un extracto del resultado donde se ve sólo del origen 1 equivalente al estado de Sinaloa y llega hasta el destino 21 el cual representa el número total de estados demandantes para el año 2010 de acuerdo a su consumo aparente.

El programa arroja una serie de resultados de la siguiente forma:

Cuadro 24. Salida del programa LINDO para el modelo de 2011.

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 48	
OBJECTIVE FUNCTION VALUE	
\$87,709,230	

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
X11	0.0000	187.0000
X21	0.0000	335.0000
X31	0.0000	44.0000
.		
.		
.		
X101	18677.0000	0.0000
XA1	0.0000	730.0000
XB1	0.0000	187.0000
XC1	0.0000	1139.0000
XD1	0.0000	1790.0000

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Al principio se puede observar el valor de la función objetivo, un listado de todas las variables definidas en la función objetivo seguidas del valor que toman en la solución obtenida con LINDO, y por último el costo reducido que significa la cantidad de valor que aumentaría la función objetivo al forzar el envío de una tonelada extra de jitomate de ese origen a ese destino específico.

Después de analizados los datos, llegamos al siguiente listado donde se presentan solo las rutas que deben ser activas para minimizar el costo de transportar el total de la demanda.

Cuadro 25. Interpretación de resultados del programa LINDO para el modelo de 2011

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VALOR
X101	Sonora	Chihuahua	18,677
X42	Michoacán	DF y Área Metropolitana	56,219
X82	Morelos	DF y Área Metropolitana	27,249
XE2	Querétaro	DF y Área Metropolitana	11,205
XF2	Guanajuato	DF y Área Metropolitana	7,592
XG3	Colima	Guerrero	5,764
X44	Michoacán	Hidalgo	4,484
XB5	Coahuila	Nuevo León	13,598
X86	Morelos	Puebla	10,334
X87	Morelos	Quintana Roo	9,037
X48	Michoacán	Tabasco	2,133
XD8	Chiapas	Tabasco	13,873
X89	Morelos	Tlaxcala	8,500
X410	Michoacán	Veracruz	1,192
X411	Michoacán	Yucatán	12,394

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Pero debido a que es un escenario superavitario, se debe revisar la segunda parte de los resultados y en la columna “SLACK OR SURPLUS” ver que variables tienen superávit y qué cantidad es la que sobra para surtir.

Cuadro 26. Interpretación de precios duales para el modelo de 2011.

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.0000	-525.0000
	.	
	.	
	.	
29)	1361.0000	0.0000
30)	4622.0000	0.0000
31)	1567.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

La columna “ROW” es la línea del modelo que representa la variable que tiene el superávit y se cuenta como primera línea la instrucción “SUBJECT TO” así que el renglón 31 del modelo, representa la siguiente línea del programa:

$$Xi1 + Xi2 + Xi3 + Xi4 + Xi5 + Xi6 + Xi7 + Xi8 + Xi9 + Xi10 + Xi11 \leq 1567$$

Esta línea de variables es la oferta existente en el origen *i* (Durango) hacia cualquiera de los 11 estados demandantes. En el cuadro 5.6 también se refiere a la línea de oferta que corresponde para el estado *g* (Colima) indicando un excedente de 1,361 toneladas.

Solución para la distribución del excedente en el modelo.

Para el excedente se tienen un par de soluciones, la primera consiste en producir productos de valor agregado; es decir, elaborar productos utilizando como materia prima al jitomate. Existe gran variedad de estos como puré, salsa de tomate, deshidratados, pasta de tomate, etc.

La otra opción es la exportación del excedente, ésta se considera la solución más rápida puesto que, México al ser vecino del mayor importador de jitomate en el mundo, tiene una gran ventaja comparativa respecto del resto de los países productores y no es difícil la colocación de estas toneladas disponibles para su venta.

Cuadro 27. Principales importadores de jitomate mexicano.

Countries	2008		2009		2010	
	Quantity	Porcentaje	Quantity	Porcentaje	Quantity	Porcentaje
Canadá	6,610	0.63%	9,034	0.80%	22,355	1.48%
Cuba	137	0.01%				
El Salvador	488	0.05%			7,079	0.47%
Estados Unidos de América	1,035,458	99.30%	1,127,223	99.20%	1,480,118	98.05%
Japón	35	0.00%	41	0.00%	52	0.00%
TOTAL	1,042,728	100.00%	1,136,298	100.00%	1,509,617	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Esta ventaja se ha venido explotando ya desde hace algunos años y muestra de ello es que para el año 2010, poco más del 98 % de las exportaciones de México en cuanto a jitomate, es hacia el vecino del norte Estados Unidos.

Gracias a que ya está establecido este comercio internacional del jitomate, se obtuvo la información de los principales estados de la unión americana que demandan este producto mexicano, siendo California, Arizona y Texas los puertos de entrada más importante para el jitomate a este mercado.

El primer paso es buscar las aduanas principales o cercanas a esos 3 estados de la unión americana, puesto que sólo se considerarán los costos de transporte desde cada uno de los estados oferentes, hasta las aduanas (puntos frontera) que serán tomadas como puntos destino en el modelo.

Cuadro 28. Extracto de costos de transporte hacia puntos frontera.

COSTOS DE TRANSPORTE					
Variable	Estado	Aduana	Frontera con	Baja California	Sinaloa
FA	Tamaulipas	Nuevo Laredo	Texas	\$ 2,101.00	\$ 1,213.00
FB	Chihuahua	Cd Juárez	Arizona	\$ 1,163.00	\$ 1,302.00
FC	Baja California	Tijuana	California	\$ 118.00	\$ 1,394.00

Fuente: Elaboración propia con datos de SCT

El resultado de los costos de transporte que se obtienen con el mismo procedimiento de costo por km recorrido, también se dividen entre 22 para calcular el costo por tonelada transportada. Los estados que se consideran frontera, son Tamaulipas, Chihuahua y Baja California, siendo sus aduanas los puntos destino. Para utilizarlos en el nuevo modelo, se les asigna una variable de destino (FA, FB y FC respectivamente y los puntos de origen se conservan tal cual están en el modelo original.

Los cambios a realizar son 3, el primero en la función objetivo donde se introducen las nuevas variables de orígenes a los nuevos destinos así como sus respectivos costos de transporte.

Cuadro 29. Costos y Variables a introducir en la función objetivo

FUNCION OBJETIVO
1213 X1FA + 2101 X2FA + ... + 758 XhFA + 799 XiFA+
1302 X1FB + 1163 X2FB + ... + 1191 XhFB + 969XiFB+
1394 X1FC + 118 X2FC + ... + 2123 XhFC + 1791 XiFC

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Al final de la función objetivo original, se introducen los 3 renglones presentados en el cuadro 11(completando cada línea con los costos y las variables correspondientes de cada origen hasta los diferentes puntos frontera) sin hacer cambios en el resto de la función.

El segundo cambio es introducir las nuevas variables en las restricciones de demanda, de manera que al sumar todas ellas, su demanda sea menor o igual al superávit del modelo original, así que el modelo cuenta una nueva restricción de demanda que será cubierta desde los estados superavitarios hasta los puntos frontera.

Cuadro 30. Variables que se introducen en las restricciones de demanda

DEMANDA
X1FA + X1FB + X1FC + X2FA + X2FB + X2FC + ... + XiFA + XiFB + XiFC = 1,047,390

Las variables presentadas en el cuadro 30, se introducen como una nueva línea de código en el modelo original, así que se considera como una nueva demanda, sólo que ésta se encuentra en cualquiera de los puntos frontera y el valor es sobre el superávit que se tiene disponible después de cubrir la demanda de todos los estados.

Por último, el tercer cambio es en las variables de oferta, donde se deben agregar las nuevas variables pero sin cambios en la oferta original puesto que al ser estados superavitarios, la oferta no cambia y el resultado esperado es distribuir el 100 % de la producción entre los estados demandantes y el resto en los puntos frontera.

Cuadro 31. Variables que se introducen en las restricciones de oferta

OFERTA
... + X1FA + X1FB + X1FC = 32,4480
... + X2FA + X2FB + X2FC = 138,964
.
.
.
... + XhFA + XhFB + XhFC = 4,622
... + XiFA + XiFB + XiFC = 1,567

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Las variables se concatenan en las líneas correspondientes a todos los orígenes. Por lo tanto solo se alarga cada línea de código con 3 variables extras que son las que personifican a las aduanas o puntos frontera.

Con estas modificaciones, ya está listo el modelo para volver a ser corrido en el programa LINDO, verificar los resultados, ver el cambio en la función objetivo y como se cubre el déficit que se tenía originalmente.

El nuevo valor de la función objetivo, representa un aumento del 1,062 % respecto del valor que obtuvimos en el resultado del modelo original, el incremento es el mínimo necesario para distribuir el superávit existente en cada estado que lo presentaba, así que la distribución fue la óptima en el nuevo modelo.

Cuadro 32. Resultado de la función objetivo del modelo con datos del 2011

RESULTADO DE LA FUNCION OBJETIVO
LP OPTIMUM FOUND AT STEP 48
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
\$ 1,018,965,000

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

El superávit que se obtuvo en el modelo original, ahora se distribuye de manera óptima con los cambios realizados en dicho modelo, por lo que los estados que tenían superávit, ahora tienen nuevas rutas para colocar su producción quedando de la siguiente manera:

Cuadro 33. Interpretación de resultados del modelo con datos del 2011

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VALOR
X1FA	Sinaloa	Tamaulipas, Nuevo Laredo	305,803
X3FA	Zacatecas	Tamaulipas, Nuevo Laredo	123,508
X4FA	Michoacán	Tamaulipas, Nuevo Laredo	109,909
X5FA	San Luis Potosí	Tamaulipas, Nuevo Laredo	89,731
X7FA	Jalisco	Tamaulipas, Nuevo Laredo	82,739
XAFA	Tamaulipas	Tamaulipas, Nuevo Laredo	40,730
XBFA	Coahuila	Tamaulipas, Nuevo Laredo	13,160
XFFA	Guanajuato	Tamaulipas, Nuevo Laredo	7,592
XHFA	Aguascalientes	Tamaulipas, Nuevo Laredo	4,622
XIFA	Durango	Tamaulipas, Nuevo Laredo	1,567
X10FB	Sonora	Chihuahua, Cd Juárez	40,980
X2FC	Baja California	Baja California, Tijuana	138,964
X6FC	Baja California Sur	Baja California, Tijuana	88,085
TOTAL			1,047,390

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

El excedente se envía a los 3 puntos frontera, activando las rutas que representan el menor costo de distribución desde los orígenes con superávit, observando una clara tendencia a salir por la frontera de Nuevo Laredo, Tijuana y Cd. Juárez en ese orden. De acuerdo a lo establecido en el modelo de mercado abierto, estos 3 puntos frontera son los que recibirán exactamente la cantidad especificada en la demanda, por lo que los signos tanto de las restricciones de demanda como de oferta pueden ser “=” en ambos casos.

Los resultados de la distribución del excedente disponible después de cubrir la demanda, sugieren que algunas rutas resultantes del modelo original o del modelo de mercado cerrado, han sido modificadas para minimizar el costo total de transporte:

Cuadro 34. Nuevas rutas que se activaron al tener un modelo abierto con datos del 2011

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VALOR
X11	Sinaloa	Chihuahua	18,677
X82	Morelos	DF y Área Metropolitana	46,083
X92	Nayarit	DF y Área Metropolitana	20,232
XC2	Oaxaca	DF y Área Metropolitana	23,384
XE2	Querétaro	DF y Área Metropolitana	11,205
XG2	Colima	DF y Área Metropolitana	1,361
XG3	Colima	Guerrero	5,764
X94	Nayarit	Hidalgo	4,484
XB5	Coahuila	Nuevo León	13,598
X96	Nayarit	Puebla	10,334
X87	Morelos	Quintana Roo	9,037
X48	Michoacán	Tabasco	2,133
XD8	Chiapas	Tabasco	13,873
X99	Nayarit	Tlaxcala	8,500
XC10	Oaxaca	Veracruz	1,192
X411	Michoacán	Yucatán	4,242
X911	Nayarit	Yucatán	8,152

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo

Por último, al revisar los resultados de la salida del programa lindo, tenemos que en la columna “SLACK OR SURPLUS” todas las filas están en ceros, lo que significa que se envió toda la producción a los puntos destino y a los puntos frontera con el mínimo costo de transporte.

Todos los modelos, así como las salidas del programa LINDO, se encuentran detalladamente en los anexos al final de este documento.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo de investigación se ha mostrado la importancia del jitomate en México ya que es una de las hortalizas más importantes en el mundo y la segunda en importancia en nuestro país debido que ocupa una gran superficie cultivada (100 mil hectáreas), el valor de su producción y los empleos directos e indirectos que genera, sin mencionar sus propiedades alimenticias.

México es el mayor exportador de jitomate en el mundo con volúmenes mayores a un millón de toneladas anuales cuyo destino en su mayoría es a Estados Unidos de América, convirtiéndose así en un importante generador de divisas para nuestro país.

Parte importante dentro de la industria es la planeación de la producción ya que siendo un producto perecedero, su precios tienen alta volatilidad en el mercado dependiendo en su mayoría a la oferta del producto y al revisar dicha volatilidad se puede concluir la falta de planeación por parte de los productores al momento de sembrar jitomate en sus extensiones de tierra, dicha planeación es mínima en los estados del noroeste y bajo del país y prácticamente nula en el resto de las entidades federativas.

Aunado a lo anterior, se encontró que sólo se conocen los principales estados productores y demandantes de jitomate en México, pero se ignora la cantidad demandada por éstos últimos provocando que la producción no sea la óptima, del mismo modo genera una competencia desleal introduciendo tácticas de dumping, guerra de precios, etc., que solo perjudica a los trabajadores involucrados en la producción del jitomate.

La cultura de producción en la mayoría del campo mexicano es por inercia e imitación que básicamente se refiere a que un productor lo hace porque es la actividad que ha venido desarrollando los últimos años o cambian de cultivo por imitar a otros productores que han generado buenos resultados en la producción de otras hortalizas, específicamente el jitomate.

También se encontró que la implementación de estrategias empresariales ha sido mínima donde el productor fundamentalmente se dedica exclusivamente a producir pero no participa en las otras etapas de comercialización que es en las que se presentan mayores márgenes de utilidad.

La falta de una cultura organizacional impide a los pequeños productores competir con los grandes productores ya que no cuentan con ese poder de mercado que les otorga el ofertar mayores volúmenes de jitomate, lo cual permite la entrada de terceros o intermediarios que compran el total de su producción a

precios castigados transfiriendo así a dichos productores, el impacto negativo de la volatilidad del mercado y obteniendo mayores márgenes de utilidad con el poder de negociación que les da el poder ofertar volúmenes importantes en las centrales de distribución final al consumidor.

Dentro de la cadena de comercialización, el transporte del jitomate cobra relevancia ya que es un eslabón importante en términos de margen de utilidad, ya que debido a la constitución del jitomate (mayormente agua) se tienen pérdidas de entre 20 y 30 por ciento en la transportación de la producción.

Otro punto ligado al anterior es que el margen de comercialización mayorista de las hortalizas en México es elevado, tanto que se concluye que dichos márgenes han tenido una tendencia creciente dentro del periodo de 1998 a 2009, alcanzando en promedio más del 50% en los productos de mayor demanda como el jitomate, contra un rango de utilidad de entre 3 y 7 por ciento que recibe el productor.

También se descubrió que la distribución de la producción se hace de manera discrecional basado en los precios al consumidor final, sin tomar en cuenta que el producto recorra grandes distancias para llegar a los centros de distribución haciendo que el precio sea aún más castigado para evitar pérdidas mayores a las ya antes mencionadas, transmitiendo el costo de transporte totalmente al productor.

El presente trabajo de investigación generó un procedimiento metodológico y sobre todo práctico que los productores pueden aplicar para planear su producción, distribución y venta de hortalizas no sólo el jitomate, de esta manera podrían obtener mayores beneficios cubriendo el total de la demanda comercializando el total de su producción.

Aplicando dicho procedimiento metodológico, se puede formular un modelo de distribución del producto con un costo mínimo de transporte, donde además se identifica que cantidades de producto se debe enviar desde cada centro productor a cada centro de consumo, ofreciendo soluciones en caso de tener un modelo superavitario o deficitario, según sea el caso de cada hortaliza.

También se pudieron identificar tanto las áreas productoras como las áreas consumidoras de jitomate en México, así como los volúmenes de producto generado, rutas activas en el transporte de la producción y alternativas de colocación de la misma.

Se logró el cálculo de los costos de transporte por tonelada de producto distribuida desde cada uno de los orígenes hasta cada uno de los destinos,

mediante un procedimiento relativamente sencillo contando con la información disponible, sin necesidad de investigación exhaustiva o requiriendo un gran número de cotizaciones a las empresas de transporte.

De igual forma se determinaron los lugares de origen con mejor ubicación geográfica para el mercado de jitomate así como las Entidades Federativas con mayores problemas de ubicación donde se requiere mayor planeación para evitar apoyos que no sean aprovechados estratégicamente o subsidios innecesarios.

Otro punto importante que se logra con este procedimiento es el cálculo del consumo aparente por persona y población ya que ofrece la ventaja de estimar de manera rápida y sencilla la demanda del producto en cada uno de los estados, mejorando la distribución y comercialización de hortalizas y evitando la dependencia externa para cubrir la demanda doméstica.

Recomendaciones

Para que México conserve su estatus de mayor exportador de jitomate en el mundo, es necesario que se incremente la calidad del producto, su presentación, rastreabilidad y se mejore la distribución de su producción bajando los costos en la cadena de comercialización, para aprovechar la ventaja comparativa de ser vecinos del mayor importador de jitomate en el mundo, de esta manera se conservan y se generan los empleos dedicados a esta industria así como se incrementan los beneficios económicos provenientes de esta actividad.

En cuanto a que los productores puedan recibir mejores márgenes de utilidad con su producción es necesario realizar una correcta planeación al momento de sembrar el jitomate en sus tierras, con esta herramienta metodológica a corto plazo, se pueden tomar decisiones informadas al momento de iniciar su proceso productivo, cosecha, distribución y comercialización así como establecer rutas al igual que medios de transporte de bajo costo para la colocación de su producto en el mercado.

También se recomienda mantener los datos actualizados sobre la producción y demanda de cada estado para verificar que la planeación de la producción en cada uno de ellos es la óptima evitando así la volatilidad de los precios en el mercado del jitomate, del mismo modo prevenir una competencia desleal.

Es pertinente generar un sistema de información de fácil acceso a los productores así como la capacitación en el proceso productivo de las diferentes hortalizas, que contengan datos de mercado, información geográfica, base de datos de

productores, costos de transporte a los estados demandantes, etc., con el fin de proporcionar alternativas de producción para evitar malas inversiones generadas por subsidios, inercia o imitación de algunos casos de éxito.

Enfocar parte de los esfuerzos también para promover una cultura empresarial, entre los productores, asociaciones y cooperativas con el objetivo de introducirlos a la comercialización de sus productos en el mercado y así puedan obtener mayores beneficios.

Del mismo modo se debe fomentar la asociación de pequeños productores, mostrando las ventajas de asociarse con otros que se encuentren en su misma situación, capacitándolos sobre tipos de asociación y cooperativismo, para que de esta manera se evite el intermediarismo, tengan poder de mercado en los centros de distribución y por último lleven un mayor margen de ganancia por su producto.

Se recomienda realizar una mejora en el canal de distribución que incluye el empaque y embalaje del producto, estableciendo rutas óptimas desde el origen hacia los diferentes puntos de destino lo cual pretende evitar pérdidas innecesarias en el transporte, castigar precios de venta y generar costos por recolección de desechos. El costo de transporte de mercancía estaría igualmente distribuido tanto para productores como consumidores, con el beneficio de mejorar el precio para ambos.

También se debe considerar la generación de software dedicado a la actualización de datos obtenidos por el procedimiento metodológico propuesto, hacerlo disponible de manera electrónica para facilitar el acceso a la información para productores y generar los beneficios que una planeación informada conlleva.

Con el modelo de distribución obtenido los productores más grandes, debido a su excedente, tienen la capacidad de enviar su producto a otras áreas aprovechando su ubicación geográfica logrando así, convertirse también en un centro demandante aun siendo un estado productor de jitomate en México.

Sobre la planeación de apoyos del gobierno, se pueden tomar decisiones informadas para saber qué tipo de productos y subsidios se deben otorgar en cada estado para transferir los beneficios a los productores y consumidores finales, aprovechar las ventajas comparativas de cada estado así como del país, evitar una dependencia alimentaria con otros países, generar impactos en la mejora de las situaciones actuales de vida de los habitantes dedicados a actividades del campo y beneficiar a zonas que debido a su ubicación geográfica pueden cambiar de cultivos para generar mayores ingresos por su producción.

Bibliografía

- Bernal, J.J.; Martínez M.D.; Soledad, M. y Sánchez, J.F.(2001). **Optimización con Modelos de Red en Hoja de Cálculo**. XIII Jornadas de ASEPUMA. Dpto. de Métodos Cuantitativos e Informáticos. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Castillo, E.; Conejo, A.J.; Pedregal, P.; García, R. y Alguacil, N. Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia. 20 de febrero de 2002.
- FAOSTAT, 2010. FAO Dirección de Estadística 2010, [en línea]. Dirección URL:<<http://faostat.fao.org/>>. [Consulta: 9 de Diciembre de 2010].
- Ferrer, L.; Coves, A.M. y Santos, M.A. Modelado del Transporte de Distribución Mediante Programación Lineal Entera. Inf. tecnol. [online]. 2004, vol. 15, n.4. pp. 65-69. Dirección URL:<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000400009&lng=es&nrm=iso> [Consulta: 9 Diciembre 2010].
- Financiera Rural, 2008. La producción de hortalizas en México. Dirección General Adjunta de Fomento y Promoción de Negocios. Dirección Ejecutiva de Diseño de Programas y Productos.
- Gisbert, R. y Gelonch I. 2002. ECONOMÍA Y SALUD; Economía, Gestión Económica y Evaluación Económica en el Ámbito Sanitario. Cuarta Edición. MASSON, S.A. España. p. 5-8.
- Hernández, A. 2007. Introducción a la Programación Lineal. UNAN. México. p 2-11.
- Hillier F. y Lieberman G. 2006. Introducción a la Investigación de Operaciones Ed. Mc Graw Hill. 8ª edición.
- INEGI, 2007. Censo Agropecuario 2007. Instituto Nacional De Estadística y Geografía. Dirección URL: <<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>>. [Consulta: 13 Mayo 2010].
- INEGI, 2010. Censo de Población y Vivienda 2010, Resultados Preliminares. Instituto Nacional De Estadística y Geografía. Dirección URL: <<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>>. [Consulta: 13 Mayo 2010].

- Krugman, P. 2006. Microeconomic. Worth Publishers. EE.UU. p. 2-11.
- Macías A., 2003. Los clústeres en la hortofruticultura: oportunidad para fomentar el desarrollo rural en México. DER-INESER * Universidad de Guadalajara Carta económica regional * año 15, núm. 84. * Abril-junio de 2003.
- Ortúzar, J y Román, C. 2003. El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. Revista Eure (Vol. XXIX, No. 88), pp.149-171, Santiago de Chile, diciembre 2003.
- SIAP 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y de Consulta (SIACON) [en línea]. Dirección URL: < <http://www.siap.gob.mx/> >. [Consulta: 17 Noviembre 2010].
- Stiglitz, J. 2003. Economics of the Public Sector. Tercera Edición. Antoni Bosch Editor, S. A. EE:UU. p. 17-19.
- Taha, H.A. 2004. Investigación de Operaciones. Séptima Edición. Pearson Education de México. México. p. 8-19 y 165-167.
- Mankiw, N Gregory. Principios de Economía. Mc Graw Hill. 506 Páginas | 2da Edición | 2002.
- Smith, A. (1994). La riqueza de las naciones. Madrid: Alianza. 818 p.
- Marshall, A. (1972). Obras escogidas. México: Fondo de Cultura Económica. 294 p.
- Guerrien, B. (2010). La “ley de la demanda” (en “LA MICROECONOMÍA”) online <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/bg-micro/1c.htm>
- Rodríguez, N. y Meza, N. (1994). Tendencias en el Consumo Aparente de Alimentos en la Población Costarricense, 1989-1991. 3(4).
- Castro, G. et al. (1989). Validación Módulo Consumo Aparente de Alimentos a nivel del hogar, San Carlos 1989. Ministerio de Salud, Programa de Seguridad Alimentaria. CADESCA CEE. Costa Rica.
- Chinnock, A. 1999. Revista Costarricense de Salud Pública. Versión impresa ISSN 1409-1429 Rev. costarric. salud pública v.8 n.15 San José dic. 1999.

- Comparación entre dos métodos para medir el consumo de alimentos en un área rural costarricense.
- SIEN, 2004. Comisión Europea. Guía M-3 metodología de inventario de gases de efecto invernadero Octubre, 2004.
- <http://www.olade.org/Doc-sien/Metodologias/Gu%C3%ADa%20SIEN%20M-3%20Metodolog%C3%ADa%20de%20inventario%20de%20GEI.pdf>
- Malthus, T. (1982). Primer ensayo sobre la población. España: Alianza. 1982. [312 M36] 318 p.
- MacInnes, John. 2005. The reproductive revolution. Ponencia presentada a la XXV Conferencia Internacional de Población, IUSSP. Sesión 94: "Interpretacions homeostàtiques evolucionàries de la història de la població". Tours, 18-23 de juliol de 2005. Centre d'Estudis Demogràfics, 2005.
- ASERCA, 1998. Revista Claridades Agropecuarias. No. 062. Octubre de 1998, Jitomate y Soya. SAGARPA, 2011.
- Dussel, E. 2008. Los costos de transporte en las exportaciones mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Versión final: abril 2008.
- Documento elaborado para el Reporte "Destrabando las Arterias: El Impacto de los Costos de Transporte en el Comercio de América Latina y el Caribe." Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Vicepresidencia de Sectores y Conocimiento Sector de Integración y Comercio; Centro de Estudios Latinoamericanos David Rockefeller, Harvard University, 2008.
- Dillard, D. (1980). La teoría económica monetaria de John Maynard Keynes: teoría de una economía monetaria/ por Dudley Dillard -- Madrid: Aguilar, 1980. 372 p.

Anexos

Anexo 1. Variable para el modelo con datos del año 2009

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X11	SINALOA	JALISCO	X21	BAJA CALIFORNIA	JALISCO
X12	SINALOA	QUERETARO	X22	BAJA CALIFORNIA	QUERETARO
X13	SINALOA	CAMPECHE	X23	BAJA CALIFORNIA	CAMPECHE
X14	SINALOA	AGUASCALIENTES	X24	BAJA CALIFORNIA	AGUASCALIENTES
X15	SINALOA	COAHUILA	X25	BAJA CALIFORNIA	COAHUILA
X16	SINALOA	TAMAULIPAS	X26	BAJA CALIFORNIA	TAMAULIPAS
x17	SINALOA	TLAXCALA	X27	BAJA CALIFORNIA	TLAXCALA
X18	SINALOA	OAXACA	X28	BAJA CALIFORNIA	OAXACA
X19	SINALOA	QUINTANA ROO	X29	BAJA CALIFORNIA	QUINTANA ROO
X110	SINALOA	GUANAJUATO	X210	BAJA CALIFORNIA	GUANAJUATO
X111	SINALOA	DURANGO	X211	BAJA CALIFORNIA	DURANGO
X112	SINALOA	YUCATAN	X212	BAJA CALIFORNIA	YUCATAN
X113	SINALOA	HIDALGO	X213	BAJA CALIFORNIA	HIDALGO
X114	SINALOA	TABASCO	X214	BAJA CALIFORNIA	TABASCO
X115	SINALOA	GUERRERO	X215	BAJA CALIFORNIA	GUERRERO
X116	SINALOA	CHIAPAS	X216	BAJA CALIFORNIA	CHIAPAS
X117	SINALOA	CHIHUAHUA	X217	BAJA CALIFORNIA	CHIHUAHUA
X118	SINALOA	NUEVO LEON	X218	BAJA CALIFORNIA	NUEVO LEON
X119	SINALOA	PUEBLA	X219	BAJA CALIFORNIA	PUEBLA
X120	SINALOA	VERACRUZ	X220	BAJA CALIFORNIA	VERACRUZ
X121	SINALOA	DF y ÁREA METROPOLITANA	X221	BAJA CALIFORNIA	DF y ÁREA METROPOLITANA
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X31	ZACATECAS	JALISCO	X41	BAJA CALIFORNIA SUR	JALISCO
X32	ZACATECAS	QUERETARO	X42	BAJA CALIFORNIA SUR	QUERETARO
X33	ZACATECAS	CAMPECHE	X43	BAJA CALIFORNIA SUR	CAMPECHE
X34	ZACATECAS	AGUASCALIENTES	X44	BAJA CALIFORNIA SUR	AGUASCALIENTES
X35	ZACATECAS	COAHUILA	X45	BAJA CALIFORNIA SUR	COAHUILA
X36	ZACATECAS	TAMAULIPAS	X46	BAJA CALIFORNIA SUR	TAMAULIPAS
X37	ZACATECAS	TLAXCALA	X47	BAJA CALIFORNIA SUR	TLAXCALA
X38	ZACATECAS	OAXACA	X48	BAJA CALIFORNIA SUR	OAXACA
X39	ZACATECAS	QUINTANA ROO	X49	BAJA CALIFORNIA SUR	QUINTANA ROO
X310	ZACATECAS	GUANAJUATO	X410	BAJA CALIFORNIA SUR	GUANAJUATO
X311	ZACATECAS	DURANGO	X411	BAJA CALIFORNIA SUR	DURANGO
X312	ZACATECAS	YUCATAN	X412	BAJA CALIFORNIA SUR	YUCATAN
X313	ZACATECAS	HIDALGO	X413	BAJA CALIFORNIA SUR	HIDALGO
X314	ZACATECAS	TABASCO	X414	BAJA CALIFORNIA SUR	TABASCO
X315	ZACATECAS	GUERRERO	X415	BAJA CALIFORNIA SUR	GUERRERO

X316	ZACATECAS	CHIAPAS	X416	BAJA CALIFORNIA SUR	CHIAPAS
X317	ZACATECAS	CHIHUAHUA	X417	BAJA CALIFORNIA SUR	CHIHUAHUA
X318	ZACATECAS	NUEVO LEON	X418	BAJA CALIFORNIA SUR	NUEVO LEON
X319	ZACATECAS	PUEBLA	X419	BAJA CALIFORNIA SUR	PUEBLA
X320	ZACATECAS	VERACRUZ	X420	BAJA CALIFORNIA SUR	VERACRUZ
X321	ZACATECAS	DF y ÁREA METROPOLITANA	X421	BAJA CALIFORNIA SUR	DF y ÁREA METROPOLITANA
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X51	MICHOACAN	JALISCO	X61	SAN LUIS POTOSI	JALISCO
X52	MICHOACAN	QUERETARO	X62	SAN LUIS POTOSI	QUERETARO
X53	MICHOACAN	CAMPECHE	X63	SAN LUIS POTOSI	CAMPECHE
X54	MICHOACAN	AGUASCALIENTES	X64	SAN LUIS POTOSI	AGUASCALIENTES
X55	MICHOACAN	COAHUILA	X65	SAN LUIS POTOSI	COAHUILA
X56	MICHOACAN	TAMAULIPAS	X66	SAN LUIS POTOSI	TAMAULIPAS
X57	MICHOACAN	TLAXCALA	X67	SAN LUIS POTOSI	TLAXCALA
X58	MICHOACAN	OAXACA	X68	SAN LUIS POTOSI	OAXACA
X59	MICHOACAN	QUINTANA ROO	X69	SAN LUIS POTOSI	QUINTANA ROO
X510	MICHOACAN	GUANAJUATO	X610	SAN LUIS POTOSI	GUANAJUATO
X511	MICHOACAN	DURANGO	X611	SAN LUIS POTOSI	DURANGO
X512	MICHOACAN	YUCATAN	X612	SAN LUIS POTOSI	YUCATAN
X513	MICHOACAN	HIDALGO	X613	SAN LUIS POTOSI	HIDALGO
X514	MICHOACAN	TABASCO	X614	SAN LUIS POTOSI	TABASCO
X515	MICHOACAN	GUERRERO	X615	SAN LUIS POTOSI	GUERRERO
X516	MICHOACAN	CHIAPAS	X616	SAN LUIS POTOSI	CHIAPAS
X517	MICHOACAN	CHIHUAHUA	X617	SAN LUIS POTOSI	CHIHUAHUA
X518	MICHOACAN	NUEVO LEON	X618	SAN LUIS POTOSI	NUEVO LEON
X519	MICHOACAN	PUEBLA	X619	SAN LUIS POTOSI	PUEBLA
X520	MICHOACAN	VERACRUZ	X620	SAN LUIS POTOSI	VERACRUZ
X521	MICHOACAN	DF y ÁREA METROPOLITANA	X621	SAN LUIS POTOSI	DF y ÁREA METROPOLITANA
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X71	MORELOS	JALISCO	X81	NAYARIT	JALISCO
X72	MORELOS	QUERETARO	X82	NAYARIT	QUERETARO
X73	MORELOS	CAMPECHE	X83	NAYARIT	CAMPECHE
X74	MORELOS	AGUASCALIENTES	X84	NAYARIT	AGUASCALIENTES
X75	MORELOS	COAHUILA	X85	NAYARIT	COAHUILA
X76	MORELOS	TAMAULIPAS	X86	NAYARIT	TAMAULIPAS
X77	MORELOS	TLAXCALA	X87	NAYARIT	TLAXCALA
X78	MORELOS	OAXACA	X88	NAYARIT	OAXACA
X79	MORELOS	QUINTANA ROO	X89	NAYARIT	QUINTANA ROO
X710	MORELOS	GUANAJUATO	X810	NAYARIT	GUANAJUATO
X711	MORELOS	DURANGO	X811	NAYARIT	DURANGO
X712	MORELOS	YUCATAN	X812	NAYARIT	YUCATAN

X713	MORELOS	HIDALGO	X813	NAYARIT	HIDALGO
X714	MORELOS	TABASCO	X814	NAYARIT	TABASCO
X715	MORELOS	GUERRERO	X815	NAYARIT	GUERRERO
X716	MORELOS	CHIAPAS	X816	NAYARIT	CHIAPAS
X717	MORELOS	CHIHUAHUA	X817	NAYARIT	CHIHUAHUA
X718	MORELOS	NUEVO LEON	X818	NAYARIT	NUEVO LEON
X719	MORELOS	PUEBLA	X819	NAYARIT	PUEBLA
X720	MORELOS	VERACRUZ	X820	NAYARIT	VERACRUZ
X721	MORELOS	DF y ÁREA METROPOLITANA	X821	NAYARIT	DF y ÁREA METROPOLITANA
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X91	SONORA	JALISCO	X101	COLIMA	JALISCO
X92	SONORA	QUERETARO	X102	COLIMA	QUERETARO
X93	SONORA	CAMPECHE	X103	COLIMA	CAMPECHE
X94	SONORA	AGUASCALIENTES	X104	COLIMA	AGUASCALIENTES
X95	SONORA	COAHUILA	X105	COLIMA	COAHUILA
X96	SONORA	TAMAULIPAS	X106	COLIMA	TAMAULIPAS
X97	SONORA	TLAXCALA	X107	COLIMA	TLAXCALA
X98	SONORA	OAXACA	X108	COLIMA	OAXACA
X99	SONORA	QUINTANA ROO	X109	COLIMA	QUINTANA ROO
X910	SONORA	GUANAJUATO	X1010	COLIMA	GUANAJUATO
X911	SONORA	DURANGO	X1011	COLIMA	DURANGO
X912	SONORA	YUCATAN	X1012	COLIMA	YUCATAN
X913	SONORA	HIDALGO	X1013	COLIMA	HIDALGO
X914	SONORA	TABASCO	X1014	COLIMA	TABASCO
X915	SONORA	GUERRERO	X1015	COLIMA	GUERRERO
X916	SONORA	CHIAPAS	X1016	COLIMA	CHIAPAS
X917	SONORA	CHIHUAHUA	X1017	COLIMA	CHIHUAHUA
X918	SONORA	NUEVO LEON	X1018	COLIMA	NUEVO LEON
X919	SONORA	PUEBLA	X1019	COLIMA	PUEBLA
X920	SONORA	VERACRUZ	X1020	COLIMA	VERACRUZ
X921	SONORA	DF y ÁREA METROPOLITANA	X1021	COLIMA	DF y ÁREA METROPOLITANA

Anexo 2. Modelo de transporte con datos del año 2009

Función Objetivo.

MIN

675 X11 + 587 X12 + 808 X13 + 743 X14 + 1789 X15 + 850 X16 + 1040 X17 + 537 X18 +
2148 X19 + 750 X110 + 1906 X111 + 977 X112 + 1505 X113 + 1197 X114 + 1294 X115 + 783
X116 + 1572 X117 + 862 X118 + 1040 X119 + 1247 X120 + 696 X121 + 957 X122

+ 1700 X21 + 1298 X22 + 1834 X23 + 656 X24 + 2814 X25 + 1737 X26 + 2077 X27 + 1428 X28
+ 3173 X29 + 1300 X210 + 2939 X211 + 2003 X212 + 2531 X213 + 2222 X214 + 2320 X215 +
947 X216 + 2598 X217 + 1425 X218 + 2066 X219 + 2273 X220 + 1721 X221 + 1881 X222

+ 2743 X31 + 2371 X32 + 2870 X33 + 1733 X34 + 4053 X35 + 2777 X36 + 3315 X37 + 2667
X38 + 4412 X39 + 2613 X310 + 3895 X311 + 3244 X312 + 3521 X313 + 3230 X314 + 3561 X315
+ 2185 X316 + 3840 X317 + 1671 X318 + 3307 X319 + 3280 X320 + 2734 X321 + 2972 X322

+ 521 X41 + 374 X42 + 392 X43 + 1203 X44 + 1304 X45 + 168 X46 + 539 X47 + 300 X48 +
1664 X49 + 338 X410 + 1334 X411 + 637 X412 + 953 X413 + 704 X414 + 810 X415 + 626
X416 + 1089 X417 + 417 X418 + 557 X419 + 713 X420 + 222 X421 + 645 X422

+ 463 X51 + 585 X52 + 180 X53 + 1478 X54 + 1074 X55 + 312 X56 + 433 X57 + 558 X58 +
1434 X59 + 280 X510 + 1119 X511 + 352 X512 + 739 X513 + 950 X514 + 580 X515 + 959
X516 + 859 X517 + 777 X518 + 435 X519 + 498 X520 + 195 X521 + 309 X522

+ 534 X61 + 557 X62 + 194 X63 + 1347 X64 + 1142 X65 + 195 X66 + 501 X67 + 492 X68 +
1501 X69 + 352 X610 + 1400 X611 + 420 X612 + 802 X613 + 552 X614 + 647 X615 + 770
X616 + 925 X617 + 475 X618 + 524 X619 + 560 X620 + 186 X621 + 433 X622

+ 621 X71 + 826 X72 + 322 X73 + 1752 X74 + 860 X75 + 593 X76 + 192 X77 + 757 X78 +
1220 X79 + 700 X710 + 945 X711 + 209 X712 + 544 X713 + 290 X714 + 444 X715 + 1137
X716 + 611 X717 + 737 X718 + 144 X719 + 381 X720 + 496 X721 + 227 X722

+ 373 X81 + 552 X82 + 542 X83 + 1105 X84 + 1409 X85 + 419 X86 + 659 X87 + 541 X88 +
1768 X89 + 345 X810 + 1431 X811 + 596 X812 + 1050 X813 + 762 X814 + 914 X815 + 922
X816 + 1193 X817 + 745 X818 + 660 X819 + 809 X820 + 400 X821 + 681 X822

+ 683 X91 + 660 X92 + 450 X93 + 1620 X94 + 993 X95 + 588 X96 + 464 X97 + 688 X98 +
 1352 X99 + 900 X910 + 1043 X911 + 445 X912 + 664 X913 + 639 X914 + 623 X915 + 1043
 X916 + 778 X917 + 475 X918 + 575 X919 + 462 X920 + 579 X921 + 574 X922

Restricciones de Demanda

SUBJECT TO

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} + X_{71} + X_{81} + X_{91} \leq 1367$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} \leq 2869$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + X_{63} + X_{73} + X_{83} + X_{93} \leq 7212$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} + X_{64} + X_{74} + X_{84} + X_{94} \leq 9666$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + X_{65} + X_{75} + X_{85} + X_{95} \leq 11361$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{56} + X_{66} + X_{76} + X_{86} + X_{96} \leq 15021$$

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47} + X_{57} + X_{67} + X_{77} + X_{87} + X_{97} \leq 22275$$

$$X_{18} + X_{28} + X_{38} + X_{48} + X_{58} + X_{68} + X_{78} + X_{88} + X_{98} \leq 24051$$

$$X_{19} + X_{29} + X_{39} + X_{49} + X_{59} + X_{69} + X_{79} + X_{89} + X_{99} \leq 24493$$

$$X_{110} + X_{210} + X_{310} + X_{410} + X_{510} + X_{610} + X_{710} + X_{810} + X_{910} \leq 25442$$

$$X_{111} + X_{211} + X_{311} + X_{411} + X_{511} + X_{611} + X_{711} + X_{811} + X_{911} \leq 34962$$

$$X_{112} + X_{212} + X_{312} + X_{412} + X_{512} + X_{612} + X_{712} + X_{812} + X_{912} \leq 40113$$

$$X_{113} + X_{213} + X_{313} + X_{413} + X_{513} + X_{613} + X_{713} + X_{813} + X_{913} \leq 42544$$

$$X_{114} + X_{214} + X_{314} + X_{414} + X_{514} + X_{614} + X_{714} + X_{814} + X_{914} \leq 43948$$

$$X_{115} + X_{215} + X_{315} + X_{415} + X_{515} + X_{615} + X_{715} + X_{815} + X_{915} \leq 45596$$

$$X_{116} + X_{216} + X_{316} + X_{416} + X_{516} + X_{616} + X_{716} + X_{816} + X_{916} \leq 52462$$

$$X_{117} + X_{217} + X_{317} + X_{417} + X_{517} + X_{617} + X_{717} + X_{817} + X_{917} \leq 58439$$

$$X_{118} + X_{218} + X_{318} + X_{418} + X_{518} + X_{618} + X_{718} + X_{818} + X_{918} \leq 72922$$

$$X119 + X219 + X319 + X419 + X519 + X619 + X719 + X819 + X919 \leq 80904$$

$$X120 + X220 + X320 + X420 + X520 + X620 + X720 + X820 + X920 \leq 81033$$

$$X121 + X221 + X321 + X421 + X521 + X621 + X721 + X821 + X921 \leq 99609$$

$$X122 + X222 + X322 + X422 + X522 + X622 + X722 + X822 + X922 \leq 390947$$

Restricciones de Oferta

$$X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X110 + X111 + X112 + X113 + X114 + X115 + X116 + X117 + X118 + X119 + X120 + X121 + X122 = 615217$$

$$X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X210 + X211 + X212 + X213 + X214 + X215 + X216 + X217 + X218 + X219 + X220 + X221 + X222 = 119621$$

$$X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 + X39 + X310 + X311 + X312 + X313 + X314 + X315 + X316 + X317 + X318 + X319 + X320 + X321 + X322 = 90389$$

$$X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 + X410 + X411 + X412 + X413 + X414 + X415 + X416 + X417 + X418 + X419 + X420 + X421 + X422 = 66530$$

$$X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X510 + X511 + X512 + X513 + X514 + X515 + X516 + X517 + X518 + X519 + X520 + X521 + X522 = 62560$$

$$X61 + X62 + X63 + X64 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X610 + X611 + X612 + X613 + X614 + X615 + X616 + X617 + X618 + X619 + X620 + X621 + X622 = 56732$$

$$X71 + X72 + X73 + X74 + X75 + X76 + X77 + X78 + X79 + X710 + X711 + X712 + X713 + X714 + X715 + X716 + X717 + X718 + X719 + X720 + X721 + X722 = 33006$$

$$X81 + X82 + X83 + X84 + X85 + X86 + X87 + X88 + X89 + X810 + X811 + X812 + X813 + X814 + X815 + X816 + X817 + X818 + X819 + X820 + X821 + X822 = 29475$$

$$X91 + X92 + X93 + X94 + X95 + X96 + X97 + X98 + X99 + X910 + X911 + X912 + X913 + X914 + X915 + X916 + X917 + X918 + X919 + X920 + X921 + X922 = 2907$$

Anexo3. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2009.

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 72

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1035144E+10

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	1367.000000	0.000000
X12	0.000000	231.000000
X13	7212.000000	0.000000
X14	0.000000	1025.000000
X15	0.000000	270.000000
X16	0.000000	183.000000
X17	0.000000	2.000000
X18	0.000000	33.000000
X19	0.000000	629.000000
X110	0.000000	374.000000
X111	0.000000	387.000000
X112	40113.000000	0.000000
X113	0.000000	53.000000
X114	14473.000000	0.000000
X115	3190.000000	0.000000
X116	0.000000	760.000000
X117	0.000000	53.000000
X118	0.000000	1206.000000
X119	80904.000000	0.000000
X120	0.000000	35.000000
X121	99609.000000	0.000000
X122	368349.000000	0.000000
X21	0.000000	101.000000
X22	0.000000	18.000000
X23	0.000000	102.000000
X24	0.000000	14.000000
X25	0.000000	371.000000
X26	0.000000	146.000000
X27	0.000000	115.000000
X28	24051.000000	0.000000
X29	0.000000	730.000000
X210	25442.000000	0.000000

X211	0.000000	496.000000
X212	0.000000	102.000000
X213	0.000000	155.000000
X214	0.000000	101.000000
X215	0.000000	102.000000
X216	52462.000000	0.000000
X217	0.000000	155.000000
X218	0.000000	845.000000
X219	0.000000	102.000000
X220	0.000000	137.000000
X221	0.000000	101.000000
X222	17666.000000	0.000000
X31	0.000000	53.000000
X32	2869.000000	0.000000
X33	0.000000	47.000000
X34	9666.000000	0.000000
X35	0.000000	519.000000
X36	0.000000	95.000000
X37	0.000000	262.000000
X38	0.000000	148.000000
X39	0.000000	878.000000
X310	0.000000	222.000000
X311	0.000000	361.000000
X312	0.000000	252.000000
X313	0.000000	54.000000
X314	0.000000	18.000000
X315	0.000000	252.000000
X316	0.000000	147.000000
X317	0.000000	306.000000
X318	72922.000000	0.000000
X319	0.000000	252.000000
X320	0.000000	53.000000
X321	0.000000	23.000000
X322	4932.000000	0.000000
X41	0.000000	345.000000
X42	0.000000	517.000000
X43	0.000000	83.000000
X44	0.000000	1984.000000
X45	0.000000	284.000000
X46	15021.000000	0.000000
X47	22275.000000	0.000000
X48	0.000000	295.000000
X49	0.000000	644.000000

X410	0.000000	461.000000
X411	0.000000	314.000000
X412	0.000000	159.000000
X413	25087.000000	0.000000
X414	0.000000	6.000000
X415	0.000000	15.000000
X416	0.000000	1102.000000
X417	0.000000	69.000000
X418	0.000000	1260.000000
X419	0.000000	16.000000
X420	4147.000000	0.000000
X421	0.000000	25.000000
X422	0.000000	187.000000
X51	0.000000	502.000000
X52	0.000000	943.000000
X53	0.000000	86.000000
X54	0.000000	2474.000000
X55	0.000000	269.000000
X56	0.000000	359.000000
X57	0.000000	109.000000
X58	0.000000	768.000000
X59	0.000000	629.000000
X510	0.000000	618.000000
X511	0.000000	314.000000
X512	0.000000	89.000000
X513	0.000000	1.000000
X514	0.000000	467.000000
X515	42406.000000	0.000000
X516	0.000000	1650.000000
X517	0.000000	54.000000
X518	0.000000	1835.000000
X519	0.000000	109.000000
X520	20154.000000	0.000000
X521	0.000000	213.000000
X522	0.000000	66.000000
X61	0.000000	511.000000
X62	0.000000	853.000000
X63	0.000000	38.000000
X64	0.000000	2281.000000
X65	0.000000	275.000000
X66	0.000000	180.000000
X67	0.000000	115.000000
X68	0.000000	640.000000

X69	0.000000	634.000000
X610	0.000000	628.000000
X611	0.000000	533.000000
X612	0.000000	95.000000
X613	0.000000	2.000000
X614	0.000000	7.000000
X615	0.000000	5.000000
X616	0.000000	1399.000000
X617	0.000000	58.000000
X618	0.000000	1471.000000
X619	0.000000	136.000000
X620	56732.000000	0.000000
X621	0.000000	142.000000
X622	0.000000	128.000000
X71	0.000000	854.000000
X72	0.000000	1378.000000
X73	0.000000	422.000000
X74	0.000000	2942.000000
X75	0.000000	249.000000
X76	0.000000	834.000000
X77	0.000000	62.000000
X78	0.000000	1161.000000
X79	0.000000	609.000000
X710	0.000000	1232.000000
X711	0.000000	334.000000
X712	0.000000	140.000000
X713	14550.000000	0.000000
X714	0.000000	1.000000
X715	0.000000	58.000000
X716	0.000000	2022.000000
X717	18456.000000	0.000000
X718	0.000000	1989.000000
X719	0.000000	12.000000
X720	0.000000	77.000000
X721	0.000000	708.000000
X722	0.000000	178.000000
X81	0.000000	133.000000
X82	0.000000	631.000000
X83	0.000000	169.000000
X84	0.000000	1822.000000
X85	0.000000	325.000000
X86	0.000000	187.000000
X87	0.000000	56.000000

X88	0.000000	472.000000
X89	0.000000	684.000000
X810	0.000000	404.000000
X811	0.000000	347.000000
X812	0.000000	54.000000
X813	0.000000	33.000000
X814	29475.000000	0.000000
X815	0.000000	55.000000
X816	0.000000	1334.000000
X817	0.000000	109.000000
X818	0.000000	1524.000000
X819	0.000000	55.000000
X820	0.000000	32.000000
X821	0.000000	139.000000
X822	0.000000	159.000000
X91	0.000000	796.000000
X92	0.000000	1092.000000
X93	0.000000	430.000000
X94	0.000000	2690.000000
X95	0.000000	262.000000
X96	0.000000	709.000000
X97	0.000000	214.000000
X98	0.000000	972.000000
X99	0.000000	621.000000
X910	0.000000	1312.000000
X911	0.000000	312.000000
X912	0.000000	256.000000
X913	2907.000000	0.000000
X914	0.000000	230.000000
X915	0.000000	117.000000
X916	0.000000	1808.000000
X917	0.000000	47.000000
X918	0.000000	1607.000000
X919	0.000000	323.000000
X920	0.000000	38.000000
X921	0.000000	671.000000
X922	0.000000	405.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	844.000000
3)	0.000000	1163.000000

4)	0.000000	711.000000
5)	0.000000	1801.000000
6)	11361.000000	0.000000
7)	0.000000	852.000000
8)	0.000000	481.000000
9)	0.000000	1015.000000
10)	24493.000000	0.000000
11)	0.000000	1143.000000
12)	34962.000000	0.000000
13)	0.000000	542.000000
14)	0.000000	67.000000
15)	0.000000	322.000000
16)	0.000000	225.000000
17)	0.000000	1496.000000
18)	39983.000000	0.000000
19)	0.000000	1863.000000
20)	0.000000	479.000000
21)	0.000000	307.000000
22)	0.000000	823.000000
23)	0.000000	562.000000
24)	0.000000	-1519.000000
25)	0.000000	-2443.000000
26)	0.000000	-3534.000000
27)	0.000000	-1020.000000
28)	0.000000	-805.000000
29)	0.000000	-867.000000
30)	0.000000	-611.000000
31)	0.000000	-1084.000000
32)	0.000000	-731.000000

Anexo 4. Variables para el modelo con datos del 2011

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X11	Sinaloa	Chihuahua	X21	Baja California	Chihuahua
X12	Sinaloa	DF y Área	X22	Baja California	DF y Área
X13	Sinaloa	Metropolitana	X23	Baja California	Metropolitana
X14	Sinaloa	Guerrero	X24	Baja California	Guerrero
X15	Sinaloa	Hidalgo	X25	Baja California	Hidalgo
X16	Sinaloa	Nuevo León	X26	Baja California	Nuevo León
X17	Sinaloa	Puebla	X27	Baja California	Puebla
X18	Sinaloa	Quintana Roo	X28	Baja California	Quintana Roo
X19	Sinaloa	Tabasco	X29	Baja California	Tabasco
X110	Sinaloa	Tlaxcala	X210	Baja California	Tlaxcala
X111	Sinaloa	Veracruz	X211	Baja California	Veracruz
X111	Sinaloa	Yucatán	X211	Baja California	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X31	Zacatecas	Chihuahua	X41	Michoacán	Chihuahua
X32	Zacatecas	DF y Área	X42	Michoacán	DF y Área
X33	Zacatecas	Metropolitana	X43	Michoacán	Metropolitana
X34	Zacatecas	Guerrero	X44	Michoacán	Guerrero
X35	Zacatecas	Hidalgo	X45	Michoacán	Hidalgo
X36	Zacatecas	Nuevo León	X46	Michoacán	Nuevo León
X37	Zacatecas	Puebla	X47	Michoacán	Puebla
X38	Zacatecas	Quintana Roo	X48	Michoacán	Quintana Roo
X39	Zacatecas	Tabasco	X49	Michoacán	Tabasco
X310	Zacatecas	Tlaxcala	X410	Michoacán	Tlaxcala
X311	Zacatecas	Veracruz	X411	Michoacán	Veracruz
X311	Zacatecas	Yucatán	X411	Michoacán	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X51	San Luis	Chihuahua	X61	Baja California	Chihuahua
X52	Potosí	DF y Área	X62	Sur	DF y Área
X53	San Luis	Metropolitana	X63	Baja California	Metropolitana
X54	Potosí	Guerrero	X64	Sur	Guerrero
X55	San Luis	Hidalgo	X65	Baja California	Hidalgo
X56	Potosí	Nuevo León	X66	Sur	Nuevo León
X57	San Luis	Puebla	X67	Baja California	Puebla
X58	Potosí	Quintana Roo	X68	Sur	Quintana Roo
X59	San Luis	Tabasco	X69	Baja California	Tabasco
X59	San Luis	Tlaxcala	X69	Baja California	Tlaxcala

	Potosí			Sur	
X510	San Luis Potosí	Veracruz	X610	Baja California Sur	Veracruz
X511	San Luis Potosí	Yucatán	X611	Baja California Sur	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X71	Jalisco	Chihuahua DF y Área Metropolitana	X81	Morelos	Chihuahua DF y Área Metropolitana
X72	Jalisco	Guerrero	X82	Morelos	Guerrero
X73	Jalisco	Hidalgo	X83	Morelos	Hidalgo
X74	Jalisco	Nuevo León	X84	Morelos	Nuevo León
X75	Jalisco	Puebla	X85	Morelos	Puebla
X76	Jalisco	Quintana Roo	X86	Morelos	Quintana Roo
X77	Jalisco	Tabasco	X87	Morelos	Tabasco
X78	Jalisco	Tlaxcala	X88	Morelos	Tlaxcala
X79	Jalisco	Veracruz	X89	Morelos	Veracruz
X710	Jalisco	Yucatán	X810	Morelos	Yucatán
X711	Jalisco		X811	Morelos	
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X91	Nayarit	Chihuahua DF y Área Metropolitana	X101	Sonora	Chihuahua DF y Área Metropolitana
X92	Nayarit	Guerrero	X102	Sonora	Guerrero
X93	Nayarit	Hidalgo	X103	Sonora	Hidalgo
X94	Nayarit	Nuevo León	X104	Sonora	Nuevo León
X95	Nayarit	Puebla	X105	Sonora	Puebla
X96	Nayarit	Quintana Roo	X106	Sonora	Quintana Roo
X97	Nayarit	Tabasco	X107	Sonora	Tabasco
X98	Nayarit	Tlaxcala	X108	Sonora	Tlaxcala
X99	Nayarit	Veracruz	X109	Sonora	Veracruz
X910	Nayarit	Yucatán	X1010	Sonora	Yucatán
X911	Nayarit		X1011	Sonora	
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
Xa1	Tamaulipas	Chihuahua DF y Área Metropolitana	Xb1	Coahuila	Chihuahua DF y Área Metropolitana
Xa2	Tamaulipas	Guerrero	Xb2	Coahuila	Guerrero
Xa3	Tamaulipas	Hidalgo	Xb3	Coahuila	Hidalgo
Xa4	Tamaulipas	Nuevo León	Xb4	Coahuila	Nuevo León
Xa5	Tamaulipas	Puebla	Xb5	Coahuila	Puebla
Xa6	Tamaulipas	Quintana Roo	Xb6	Coahuila	Quintana Roo
Xa7	Tamaulipas	Tabasco	Xb7	Coahuila	Tabasco
Xa8	Tamaulipas	Tlaxcala	Xb8	Coahuila	Tlaxcala
Xa9	Tamaulipas	Veracruz	Xb9	Coahuila	Veracruz
Xa10	Tamaulipas	Yucatán	Xb10	Coahuila	Yucatán
Xa11	Tamaulipas		Xb11	Coahuila	

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
Xc1	Oaxaca	Chihuahua DF y Área	Xd1	Chiapas	Chihuahua DF y Área
Xc2	Oaxaca	Metropolitana	Xd2	Chiapas	Metropolitana
Xc3	Oaxaca	Guerrero	Xd3	Chiapas	Guerrero
Xc4	Oaxaca	Hidalgo	Xd4	Chiapas	Hidalgo
Xc5	Oaxaca	Nuevo León	Xd5	Chiapas	Nuevo León
Xc6	Oaxaca	Puebla	Xd6	Chiapas	Puebla
Xc7	Oaxaca	Quintana Roo	Xd7	Chiapas	Quintana Roo
Xc8	Oaxaca	Tabasco	Xd8	Chiapas	Tabasco
Xc9	Oaxaca	Tlaxcala	Xd9	Chiapas	Tlaxcala
Xc10	Oaxaca	Veracruz	Xd10	Chiapas	Veracruz
Xc11	Oaxaca	Yucatán	Xd11	Chiapas	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
Xe1	Querétaro	Chihuahua DF y Área	Xf1	Guanajuato	Chihuahua DF y Área
Xe2	Querétaro	Metropolitana	Xf2	Guanajuato	Metropolitana
Xe3	Querétaro	Guerrero	Xf3	Guanajuato	Guerrero
Xe4	Querétaro	Hidalgo	Xf4	Guanajuato	Hidalgo
Xe5	Querétaro	Nuevo León	Xf5	Guanajuato	Nuevo León
Xe6	Querétaro	Puebla	Xf6	Guanajuato	Puebla
Xe7	Querétaro	Quintana Roo	Xf7	Guanajuato	Quintana Roo
Xe8	Querétaro	Tabasco	Xf8	Guanajuato	Tabasco
Xe9	Querétaro	Tlaxcala	Xf9	Guanajuato	Tlaxcala
Xe10	Querétaro	Veracruz	Xf10	Guanajuato	Veracruz
Xe11	Querétaro	Yucatán	Xf11	Guanajuato	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
Xg1	Colima	Chihuahua DF y Área	Xh1	Aguascalientes	Chihuahua DF y Área
Xg2	Colima	Metropolitana	Xh2	Aguascalientes	Metropolitana
Xg3	Colima	Guerrero	Xh3	Aguascalientes	Guerrero
Xg4	Colima	Hidalgo	Xh4	Aguascalientes	Hidalgo
Xg5	Colima	Nuevo León	Xh5	Aguascalientes	Nuevo León
Xg6	Colima	Puebla	Xh6	Aguascalientes	Puebla
Xg7	Colima	Quintana Roo	Xh7	Aguascalientes	Quintana Roo
Xg8	Colima	Tabasco	Xh8	Aguascalientes	Tabasco
Xg9	Colima	Tlaxcala	Xh9	Aguascalientes	Tlaxcala
Xg10	Colima	Veracruz	Xh10	Aguascalientes	Veracruz
Xg11	Colima	Yucatán	Xh11	Aguascalientes	Yucatán
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO			
Xi1	Durango	Chihuahua DF y Área			
Xi2	Durango	Metropolitana			
Xi3	Durango	Guerrero			

Xi4	Durango	Hidalgo	
Xi5	Durango	Nuevo León	
Xi6	Durango	Puebla	
Xi7	Durango	Quintana Roo	
Xi8	Durango	Tabasco	
Xi9	Durango	Tlaxcala	
Xi10	Durango	Veracruz	
Xi11	Durango	Yucatán	

Anexo 5. Modelo de transporte con datos del 2011.

Función Objetivo

MIN

$712 X_{11} + 860 X_{21} + 569 X_{31} + 871 X_{41} + 700 X_{51} + 1986 X_{61} + 1097 X_{71} + 1034 X_{81} + 838 X_{91} + 525 X_{101} + 1255 X_{a1} + 712 X_{b1} + 1664 X_{c1} + 1968 X_{d1} + 1125 X_{e1} + 1055 X_{f1} + 943 X_{g1} + 903 X_{h1} + 681 X_{i1}$

$+ 935 X_{12} + 1682 X_{22} + 636 X_{32} + 464 X_{42} + 500 X_{52} + 2727 X_{62} + 576 X_{72} + 250 X_{82} + 727 X_{92} + 1400 X_{102} + 561 X_{a2} + 821 X_{b2} + 508 X_{c2} + 812 X_{d2} + 306 X_{e2} + 427 X_{f2} + 598 X_{g2} + 545 X_{h2} + 868 X_{i2}$

$+ 1088 X_{13} + 2020 X_{23} + 640 X_{33} + 864 X_{43} + 501 X_{53} + 2936 X_{63} + 855 X_{73} + 264 X_{83} + 693 X_{93} + 1747 X_{103} + 859 X_{a3} + 1121 X_{b3} + 751 X_{c3} + 1055 X_{d3} + 606 X_{e3} + 727 X_{f3} + 449 X_{g3} + 846 X_{h3} + 1195 X_{i3}$

$+ 888 X_{14} + 1820 X_{24} + 579 X_{34} + 320 X_{44} + 382 X_{54} + 2949 X_{64} + 571 X_{74} + 190 X_{84} + 542 X_{94} + 1547 X_{104} + 477 X_{a4} + 818 X_{b4} + 512 X_{c4} + 816 X_{d4} + 302 X_{e4} + 423 X_{f4} + 536 X_{g4} + 555 X_{h4} + 866 X_{i4}$

$+ 977 X_{15} + 1355 X_{25} + 379 X_{35} + 706 X_{45} + 568 X_{55} + 1519 X_{65} + 816 X_{75} + 670 X_{85} + 1091 X_{95} + 1070 X_{105} + 609 X_{a5} + 175 X_{b5} + 1221 X_{c5} + 1525 X_{d5} + 683 X_{e5} + 670 X_{f5} + 767 X_{g5} + 684 X_{h5} + 618 X_{i5}$

$+ 1227 X_{16} + 1878 X_{26} + 506 X_{36} + 395 X_{46} + 476 X_{56} + 3006 X_{66} + 657 X_{76} + 131 X_{86} + 600 X_{96} + 1605 X_{106} + 533 X_{a6} + 904 X_{b6} + 400 X_{c6} + 704 X_{d6} + 387 X_{e6} + 508 X_{f6} + 594 X_{g6} + 628 X_{h6} + 951 X_{i6}$

$+ 1953 X_{17} + 2884 X_{27} + 1513 X_{37} + 1455 X_{47} + 1364 X_{57} + 4011 X_{67} + 1863 X_{77} + 1109 X_{87} + 1607 X_{97} + 2612 X_{107} + 1591 X_{a7} + 2110 X_{b7} + 1480 X_{c7} + 1023 X_{d7} + 1594 X_{e7} + 1715 X_{f7} + 1602 X_{g7} + 1834 X_{h7} + 2158 X_{i7}$

+ 1368 X18 + 2300 X28 + 867 X38 + 671 X48 + 729 X58 + 3201 X68 + 1164 X78 + 495 X88 + 955 X98 + 2028 X108 + 892 Xa8 + 1411 Xb8 + 782 Xc8 + 324 Xd8 + 895 Xe8 + 1017 Xf8 + 949 Xg8 + 1135 Xh8 + 1458 Xi8

+ 945 X19 + 1888 X29 + 490 X39 + 394 X49 + 455 X59 + 3014 X69 + 646 X79 + 175 X89 + 599 X99 + 1604 X109 + 509 Xa9 + 892 Xb9 + 425 Xc9 + 729 Xd9 + 377 Xe9 + 498 Xf9 + 604 Xg9 + 616 Xh9 + 940 Xi9

+ 1133 X110+ 2066 X210+ 648 X310+ 452 X410+ 509 X510+ 2982 X610+ 882 X710+ 347 X810+ 736 X910+ 1793 X1010+ 515 Xa10+ 1129 Xb10+ 500 Xc10+ 573 Xd10+ 613 Xe10+ 734 Xf10+ 730 Xg10+ 854 Xh10+ 1177 Xi10

+ 1733 X111+ 2671 X211+ 1212 X311+ 1017 X411+ 1273 X511+ 3541 X611+ 1606 X711+ 859 X811+ 1301 X911+ 2398 X1011+ 1335 Xa11+ 1854 Xb11+ 1224 Xc11+ 767 Xd11+ 1337 Xe11+ 1458 Xf11+ 1289 Xg11+ 1578 Xh11+ 1901 Xi11

Restricciones de Demanda

SUBJECT TO

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 + X91 + X101 + Xa1 + Xb1 + Xc1 + Xd1 + Xe1 + Xf1 + Xg1 + Xh1 + Xi1 = 18677

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 + X92 + X102 + Xa2 + Xb2 + Xc2 + Xd2 + Xe2 + Xf2 + Xg2 + Xh2 + Xi2 = 102265

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 + X93 + X103 + Xa3 + Xb3 + Xc3 + Xd3 + Xe3 + Xf3 + Xg3 + Xh3 + Xi3 = 5764

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 + X94 + X104 + Xa4 + Xb4 + Xc4 + Xd4 + Xe4 + Xf4 + Xg4 + Xh4 + Xi4 = 4484

X15 + X25 + X35 + X45 + X55 + X65 + X75 + X85 + X95 + X105 + Xa5 + Xb5 + Xc5 + Xd5 + Xe5 + Xf5 + Xg5 + Xh5 + Xi5 = 13598

$$X16 + X26 + X36 + X46 + X56 + X66 + X76 + X86 + X96 + X106 + Xa6 + Xb6 + Xc6 + Xd6 + Xe6 + Xf6 + Xg6 + Xh6 + Xi6 = 10334$$

$$X17 + X27 + X37 + X47 + X57 + X67 + X77 + X87 + X97 + X107 + Xa7 + Xb7 + Xc7 + Xd7 + Xe7 + Xf7 + Xg7 + Xh7 + Xi7 = 9037$$

$$X18 + X28 + X38 + X48 + X58 + X68 + X78 + X88 + X98 + X108 + Xa8 + Xb8 + Xc8 + Xd8 + Xe8 + Xf8 + Xg8 + Xh8 + Xi8 = 16006$$

$$X19 + X29 + X39 + X49 + X59 + X69 + X79 + X89 + X99 + X109 + Xa9 + Xb9 + Xc9 + Xd9 + Xe9 + Xf9 + Xg9 + Xh9 + Xi9 = 8500$$

$$X110 + X210 + X310 + X410 + X510 + X610 + X710 + X810 + X910 + X1010 + Xa10 + Xb10 + Xc10 + Xd10 + Xe10 + Xf10 + Xg10 + Xh10 + Xi10 = 1192$$

$$X111 + X211 + X311 + X411 + X511 + X611 + X711 + X811 + X911 + X1011 + Xa11 + Xb11 + Xc11 + Xd11 + Xe11 + Xf11 + Xg11 + Xh11 + Xi11 = 12394$$

Restricciones de Oferta

$$X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X110 + X111 \leq 324480$$

$$X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X210 + X211 \leq 138964$$

$$X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 + X39 + X310 + X311 \leq 123508$$

$$X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 + X410 + X411 \leq 116284$$

$$X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X510 + X511 \leq 89731$$

$$X61 + X62 + X63 + X64 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X610 + X611 \leq 88085$$

$$X71 + X72 + X73 + X74 + X75 + X76 + X77 + X78 + X79 + X710 + X711 \leq 82739$$

$$X81 + X82 + X83 + X84 + X85 + X86 + X87 + X88 + X89 + X810 + X811 \leq 55120$$

$$X91 + X92 + X93 + X94 + X95 + X96 + X97 + X98 + X99 + X910 + X911 \leq 51702$$

$$X101 + X102 + X103 + X104 + X105 + X106 + X107 + X108 + X109 + X1010 + X1011 \leq 40980$$

$$Xa1 + Xa2 + Xa3 + Xa4 + Xa5 + Xa6 + Xa7 + Xa8 + Xa9 + Xa10 + Xa11 \leq 40730$$

$$Xb1 + Xb2 + Xb3 + Xb4 + Xb5 + Xb6 + Xb7 + Xb8 + Xb9 + Xb10 + Xb11 \leq 26758$$

$$Xc1 + Xc2 + Xc3 + Xc4 + Xc5 + Xc6 + Xc7 + Xc8 + Xc9 + Xc10 + Xc11 \leq 24576$$

$$Xd1 + Xd2 + Xd3 + Xd4 + Xd5 + Xd6 + Xd7 + Xd8 + Xd9 + Xd10 + Xd11 \leq 13873$$

$$Xe1 + Xe2 + Xe3 + Xe4 + Xe5 + Xe6 + Xe7 + Xe8 + Xe9 + Xe10 + Xe11 \leq 11205$$

$$Xf1 + Xf2 + Xf3 + Xf4 + Xf5 + Xf6 + Xf7 + Xf8 + Xf9 + Xf10 + Xf11 \leq 7592$$

$$Xg1 + Xg2 + Xg3 + Xg4 + Xg5 + Xg6 + Xg7 + Xg8 + Xg9 + Xg10 + Xg11 \leq 7125$$

$$Xh1 + Xh2 + Xh3 + Xh4 + Xh5 + Xh6 + Xh7 + Xh8 + Xh9 + Xh10 + Xh11 \leq 4622$$

$$Xi1 + Xi2 + Xi3 + Xi4 + Xi5 + Xi6 + Xi7 + Xi8 + Xi9 + Xi10 + Xi11 \leq 1567$$

Anexo 6. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2011.

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 21

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.8770923E+08

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	187.000000
X21	0.000000	335.000000
X31	0.000000	44.000000
X41	0.000000	346.000000
X51	0.000000	175.000000
X61	0.000000	1461.000000
X71	0.000000	572.000000
X81	0.000000	723.000000
X91	0.000000	313.000000
X101	18677.000000	0.000000
XA1	0.000000	730.000000
XB1	0.000000	187.000000
XC1	0.000000	1139.000000
XD1	0.000000	1790.000000
XE1	0.000000	758.000000
XF1	0.000000	567.000000
XG1	0.000000	418.000000
XH1	0.000000	378.000000
XI1	0.000000	156.000000
X12	0.000000	471.000000
X22	0.000000	1218.000000
X32	0.000000	172.000000
X42	56219.000000	0.000000
X52	0.000000	36.000000
X62	0.000000	2263.000000
X72	0.000000	112.000000
X82	27249.000000	0.000000
X92	0.000000	263.000000
X102	0.000000	936.000000
XA2	0.000000	97.000000
XB2	0.000000	357.000000
XC2	0.000000	44.000000
XD2	0.000000	695.000000
XE2	11205.000000	0.000000

XF2	7592.000000	0.000000
XG2	0.000000	134.000000
XH2	0.000000	81.000000
XI2	0.000000	404.000000
X13	0.000000	639.000000
X23	0.000000	1571.000000
X33	0.000000	191.000000
X43	0.000000	415.000000
X53	0.000000	52.000000
X63	0.000000	2487.000000
X73	0.000000	406.000000
X83	0.000000	29.000000
X93	0.000000	244.000000
X103	0.000000	1298.000000
XA3	0.000000	410.000000
XB3	0.000000	672.000000
XC3	0.000000	302.000000
XD3	0.000000	953.000000
XE3	0.000000	315.000000
XF3	0.000000	315.000000
XG3	5764.000000	0.000000
XH3	0.000000	397.000000
XI3	0.000000	746.000000
X14	0.000000	568.000000
X24	0.000000	1500.000000
X34	0.000000	259.000000
X44	4484.000000	0.000000
X54	0.000000	62.000000
X64	0.000000	2629.000000
X74	0.000000	251.000000
X84	0.000000	84.000000
X94	0.000000	222.000000
X104	0.000000	1227.000000
XA4	0.000000	157.000000
XB4	0.000000	498.000000
XC4	0.000000	192.000000
XD4	0.000000	843.000000
XE4	0.000000	140.000000
XF4	0.000000	140.000000
XG4	0.000000	216.000000
XH4	0.000000	235.000000
XI4	0.000000	546.000000
X15	0.000000	802.000000

X25	0.000000	1180.000000
X35	0.000000	204.000000
X45	0.000000	531.000000
X55	0.000000	393.000000
X65	0.000000	1344.000000
X75	0.000000	641.000000
X85	0.000000	709.000000
X95	0.000000	916.000000
X105	0.000000	895.000000
XA5	0.000000	434.000000
XB5	13598.000000	0.000000
XC5	0.000000	1046.000000
XD5	0.000000	1697.000000
XE5	0.000000	666.000000
XF5	0.000000	532.000000
XG5	0.000000	592.000000
XH5	0.000000	509.000000
XI5	0.000000	443.000000
X16	0.000000	882.000000
X26	0.000000	1533.000000
X36	0.000000	161.000000
X46	0.000000	50.000000
X56	0.000000	131.000000
X66	0.000000	2661.000000
X76	0.000000	312.000000
X86	10334.000000	0.000000
X96	0.000000	255.000000
X106	0.000000	1260.000000
XA6	0.000000	188.000000
XB6	0.000000	559.000000
XC6	0.000000	55.000000
XD6	0.000000	706.000000
XE6	0.000000	200.000000
XF6	0.000000	200.000000
XG6	0.000000	249.000000
XH6	0.000000	283.000000
XI6	0.000000	606.000000
X17	0.000000	630.000000
X27	0.000000	1561.000000
X37	0.000000	190.000000
X47	0.000000	132.000000
X57	0.000000	41.000000
X67	0.000000	2688.000000

X77	0.000000	540.000000
X87	9037.000000	0.000000
X97	0.000000	284.000000
X107	0.000000	1289.000000
XA7	0.000000	268.000000
XB7	0.000000	787.000000
XC7	0.000000	157.000000
XD7	0.000000	47.000000
XE7	0.000000	429.000000
XF7	0.000000	429.000000
XG7	0.000000	279.000000
XH7	0.000000	511.000000
XI7	0.000000	835.000000
X18	0.000000	697.000000
X28	0.000000	1629.000000
X38	0.000000	196.000000
X48	2133.000000	0.000000
X58	0.000000	58.000000
X68	0.000000	2530.000000
X78	0.000000	493.000000
X88	0.000000	38.000000
X98	0.000000	284.000000
X108	0.000000	1357.000000
XA8	0.000000	221.000000
XB8	0.000000	740.000000
XC8	0.000000	111.000000
XD8	13873.000000	0.000000
XE8	0.000000	382.000000
XF8	0.000000	383.000000
XG8	0.000000	278.000000
XH8	0.000000	464.000000
XI8	0.000000	787.000000
X19	0.000000	556.000000
X29	0.000000	1499.000000
X39	0.000000	101.000000
X49	0.000000	5.000000
X59	0.000000	66.000000
X69	0.000000	2625.000000
X79	0.000000	257.000000
X89	8500.000000	0.000000
X99	0.000000	210.000000
X109	0.000000	1215.000000
XA9	0.000000	120.000000

XB9	0.000000	503.000000
XC9	0.000000	36.000000
XD9	0.000000	687.000000
XE9	0.000000	146.000000
XF9	0.000000	146.000000
XG9	0.000000	215.000000
XH9	0.000000	227.000000
XI9	0.000000	551.000000
X110	0.000000	681.000000
X210	0.000000	1614.000000
X310	0.000000	196.000000
X410	1192.000000	0.000000
X510	0.000000	57.000000
X610	0.000000	2530.000000
X710	0.000000	430.000000
X810	0.000000	109.000000
X910	0.000000	284.000000
X1010	0.000000	1341.000000
XA10	0.000000	63.000000
XB10	0.000000	677.000000
XC10	0.000000	48.000000
XD10	0.000000	468.000000
XE10	0.000000	319.000000
XF10	0.000000	319.000000
XG10	0.000000	278.000000
XH10	0.000000	402.000000
XI10	0.000000	725.000000
X111	0.000000	716.000000
X211	0.000000	1654.000000
X311	0.000000	195.000000
X411	12394.000000	0.000000
X511	0.000000	256.000000
X611	0.000000	2524.000000
X711	0.000000	589.000000
X811	0.000000	56.000000
X911	0.000000	284.000000
X1011	0.000000	1381.000000
XA11	0.000000	318.000000
XB11	0.000000	837.000000
XC11	0.000000	207.000000
XD11	0.000000	97.000000
XE11	0.000000	478.000000
XF11	0.000000	478.000000

XG11	0.000000	272.000000
XH11	0.000000	561.000000
XI11	0.000000	884.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-525.000000
3)	0.000000	-464.000000
4)	0.000000	-449.000000
5)	0.000000	-320.000000
6)	0.000000	-175.000000
7)	0.000000	-345.000000
8)	0.000000	-1323.000000
9)	0.000000	-671.000000
10)	0.000000	-389.000000
11)	0.000000	-452.000000
12)	0.000000	-1017.000000
13)	324480.000000	0.000000
14)	138964.000000	0.000000
15)	123508.000000	0.000000
16)	39862.000000	0.000000
17)	89731.000000	0.000000
18)	88085.000000	0.000000
19)	82739.000000	0.000000
20)	0.000000	214.000000
21)	51702.000000	0.000000
22)	22303.000000	0.000000
23)	40730.000000	0.000000
24)	13160.000000	0.000000
25)	24576.000000	0.000000
26)	0.000000	347.000000
27)	0.000000	158.000000
28)	0.000000	37.000000
29)	1361.000000	0.000000
30)	4622.000000	0.000000
31)	1567.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 21

Anexo 7. Variables para el modelo con datos del 2011 con variables externas

Mismas variables del anexo 3 agregando las siguientes

VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	VARIABLE	ORIGEN	DESTINO
X1FA	Sinaloa	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XaFA	Tamaulipas	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X1FB	Sinaloa	Chihuahua, Cd Juárez	XaFB	Tamaulipas	Chihuahua, Cd Juárez
X1FC	Sinaloa	Baja California, Tijuana	XaFC	Tamaulipas	Baja California, Tijuana
X2FA	Baja California	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XbFA	Coahuila	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X2FB	Baja California	Chihuahua, Cd Juárez	XbFB	Coahuila	Chihuahua, Cd Juárez
X2FC	Baja California	Baja California, Tijuana	XbFC	Coahuila	Baja California, Tijuana
X3FA	Zacatecas	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XcFA	Oaxaca	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X3FB	Zacatecas	Chihuahua, Cd Juárez	XcFB	Oaxaca	Chihuahua, Cd Juárez
X3FC	Zacatecas	Baja California, Tijuana	XcFC	Oaxaca	Baja California, Tijuana
X4FA	Michoacán	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XdFA	Chiapas	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X4FB	Michoacán	Chihuahua, Cd Juárez	XdFB	Chiapas	Chihuahua, Cd Juárez
X4FC	Michoacán	Baja California, Tijuana	XdFC	Chiapas	Baja California, Tijuana
X5FA	San Luis Potosí	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XeFA	Querétaro	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X5FB	San Luis Potosí	Chihuahua, Cd Juárez	XeFB	Querétaro	Chihuahua, Cd Juárez
X5FC	San Luis Potosí	Baja California, Tijuana	XeFC	Querétaro	Baja California, Tijuana
X6FA	Baja California Sur	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XfFA	Guanajuato	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X6FB	Baja California Sur	Chihuahua, Cd Juárez	XfFB	Guanajuato	Chihuahua, Cd Juárez
X6FC	Baja California Sur	Baja California, Tijuana	XfFC	Guanajuato	Baja California, Tijuana
X7FA	Jalisco	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XgFA	Colima	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X7FB	Jalisco	Chihuahua, Cd Juárez	XgFB	Colima	Chihuahua, Cd Juárez
X7FC	Jalisco	Baja California, Tijuana	XgFC	Colima	Baja California, Tijuana
X8FA	Morelos	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XhFA	Aguascalientes	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X8FB	Morelos	Chihuahua, Cd Juárez	XhFB	Aguascalientes	Chihuahua, Cd Juárez
X8FC	Morelos	Baja California, Tijuana	XhFC	Aguascalientes	Baja California, Tijuana
X9FA	Nayarit	Tamaulipas, Nuevo Laredo	XiFA	Durango	Tamaulipas, Nuevo Laredo
X9FB	Nayarit	Chihuahua, Cd Juárez	XiFB	Durango	Chihuahua, Cd Juárez
X9FC	Nayarit	Baja California, Tijuana	XiFC	Durango	Baja California, Tijuana
X10FA	Sonora	Tamaulipas, Nuevo Laredo			
X10FB	Sonora	Chihuahua, Cd Juárez			
X10FC	Sonora	Baja California, Tijuana			

Anexo 8. Modelo de transporte con datos del 2011 incluyendo variables externas.

Función Objetivo

MIN

712 X11 + 860 X21 + 569 X31 + 871 X41 + 700 X51 + 1986 X61 + 1097 X71 +
1034 X81 + 838 X91 + 525 X101 + 1255 Xa1 + 712 Xb1 + 1664 Xc1 + 1968 Xd1
+ 1125 Xe1 + 1055 Xf1 + 943 Xg1 + 903 Xh1 + 681 Xi1

+ 935 X12 + 1682 X22 + 636 X32 + 464 X42 + 500 X52 + 2727 X62 + 576
X72 + 250 X82 + 727 X92 + 1400 X102 + 561 Xa2 + 821 Xb2 + 508 Xc2 + 812
Xd2 + 306 Xe2 + 427 Xf2 + 598 Xg2 + 545 Xh2 + 868 Xi2

+ 1088 X13 + 2020 X23 + 640 X33 + 864 X43 + 501 X53 + 2936 X63 + 855
X73 + 264 X83 + 693 X93 + 1747 X103 + 859 Xa3 + 1121 Xb3 + 751 Xc3 +
1055 Xd3 + 606 Xe3 + 727 Xf3 + 449 Xg3 + 846 Xh3 + 1195 Xi3

+ 888 X14 + 1820 X24 + 579 X34 + 320 X44 + 382 X54 + 2949 X64 + 571
X74 + 190 X84 + 542 X94 + 1547 X104 + 477 Xa4 + 818 Xb4 + 512 Xc4 + 816
Xd4 + 302 Xe4 + 423 Xf4 + 536 Xg4 + 555 Xh4 + 866 Xi4

+ 977 X15 + 1355 X25 + 379 X35 + 706 X45 + 568 X55 + 1519 X65 + 816
X75 + 670 X85 + 1091 X95 + 1070 X105 + 609 Xa5 + 175 Xb5 + 1221 Xc5 +
1525 Xd5 + 683 Xe5 + 670 Xf5 + 767 Xg5 + 684 Xh5 + 618 Xi5

+ 1227 X16 + 1878 X26 + 506 X36 + 395 X46 + 476 X56 + 3006 X66 + 657
X76 + 131 X86 + 600 X96 + 1605 X106 + 533 Xa6 + 904 Xb6 + 400 Xc6 + 704
Xd6 + 387 Xe6 + 508 Xf6 + 594 Xg6 + 628 Xh6 + 951 Xi6

+ 1953 X17 + 2884 X27 + 1513 X37 + 1455 X47 + 1364 X57 + 4011 X67 + 1863
X77 + 1109 X87 + 1607 X97 + 2612 X107 + 1591 Xa7 + 2110 Xb7 + 1480 Xc7 +
1023 Xd7 + 1594 Xe7 + 1715 Xf7 + 1602 Xg7 + 1834 Xh7 + 2158 Xi7

+ 1368 X18 + 2300 X28 + 867 X38 + 671 X48 + 729 X58 + 3201 X68 + 1164 X78 + 495 X88 + 955 X98 + 2028 X108 + 892 Xa8 + 1411 Xb8 + 782 Xc8 + 324 Xd8 + 895 Xe8 + 1017 Xf8 + 949 Xg8 + 1135 Xh8 + 1458 Xi8

+ 945 X19 + 1888 X29 + 490 X39 + 394 X49 + 455 X59 + 3014 X69 + 646 X79 + 175 X89 + 599 X99 + 1604 X109 + 509 Xa9 + 892 Xb9 + 425 Xc9 + 729 Xd9 + 377 Xe9 + 498 Xf9 + 604 Xg9 + 616 Xh9 + 940 Xi9

+ 1133 X110+ 2066 X210+ 648 X310+ 452 X410+ 509 X510+ 2982 X610+ 882 X710+ 347 X810+ 736 X910+ 1793 X1010+ 515 Xa10+ 1129 Xb10+ 500 Xc10+ 573 Xd10+ 613 Xe10+ 734 Xf10+ 730 Xg10+ 854 Xh10+ 1177 Xi10

+ 1733 X111+ 2671 X211+ 1212 X311+ 1017 X411+ 1273 X511+ 3541 X611+ 1606 X711+ 859 X811+ 1301 X911+ 2398 X1011+ 1335 Xa11+ 1854 Xb11+ 1224 Xc11+ 767 Xd11+ 1337 Xe11+ 1458 Xf11+ 1289 Xg11+ 1578 Xh11+ 1901 Xi11

+ 1213 X1FA+ 2101 X2FA+ 656 X3FA+ 963 X4FA+ 706 X5FA+ 3295 X6FA+ 997 X7FA+ 1097 X8FA+ 1571 X9FA+ 1549 X10FA+ 792 XaFA+ 584 XbFA+ 1402 XcFA+ 1706 XdFA+ 864 XeFA+ 850 XfFA+ 1155 XgFA+ 758 XhFA+ 799 XiFA

+ 1302 X1FB+ 1163 X2FB+ 1088 X3FB+ 1455 X4FB+ 1246 X5FB+ 2358 X6FB+ 1385 X7FB+ 1646 X8FB+ 1382 X9FB+ 612 X10FB+ 1543 XaFB+ 790 XbFB+ 1951 XcFB+ 2255 XdFB+ 1413 XeFB+ 1342 XfFB+ 1542 XgFB+ 1191 XhFB+ 969 XiFB

+ 1394 X1FC+ 118 X2FC+ 1948 X3FC+ 2164 X4FC+ 2106 X5FC+ 1327 X6FC+ 1933 X7FC+ 2407 X8FC+ 1763 X9FC+ 773 X10FC+ 2403 XaFC+ 1650 XbFC+ 2744 XcFC+ 3048 XdFC+ 2218 XeFC+ 2161 XfFC+ 2085 XgFC+ 2123 XhFC+ 1791 XiFC

Restricciones de Demanda

SUBJECT TO

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} + X_{71} + X_{81} + X_{91} + X_{101} + X_{a1} + X_{b1} + X_{c1} + X_{d1} + X_{e1} + X_{f1} + X_{g1} + X_{h1} + X_{i1} = 18677$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} + X_{102} + X_{a2} + X_{b2} + X_{c2} + X_{d2} + X_{e2} + X_{f2} + X_{g2} + X_{h2} + X_{i2} = 102265$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + X_{63} + X_{73} + X_{83} + X_{93} + X_{103} + X_{a3} + X_{b3} + X_{c3} + X_{d3} + X_{e3} + X_{f3} + X_{g3} + X_{h3} + X_{i3} = 5764$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} + X_{64} + X_{74} + X_{84} + X_{94} + X_{104} + X_{a4} + X_{b4} + X_{c4} + X_{d4} + X_{e4} + X_{f4} + X_{g4} + X_{h4} + X_{i4} = 4484$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + X_{65} + X_{75} + X_{85} + X_{95} + X_{105} + X_{a5} + X_{b5} + X_{c5} + X_{d5} + X_{e5} + X_{f5} + X_{g5} + X_{h5} + X_{i5} = 13598$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{56} + X_{66} + X_{76} + X_{86} + X_{96} + X_{106} + X_{a6} + X_{b6} + X_{c6} + X_{d6} + X_{e6} + X_{f6} + X_{g6} + X_{h6} + X_{i6} = 10334$$

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47} + X_{57} + X_{67} + X_{77} + X_{87} + X_{97} + X_{107} + X_{a7} + X_{b7} + X_{c7} + X_{d7} + X_{e7} + X_{f7} + X_{g7} + X_{h7} + X_{i7} = 9037$$

$$X_{18} + X_{28} + X_{38} + X_{48} + X_{58} + X_{68} + X_{78} + X_{88} + X_{98} + X_{108} + X_{a8} + X_{b8} + X_{c8} + X_{d8} + X_{e8} + X_{f8} + X_{g8} + X_{h8} + X_{i8} = 16006$$

$$X_{19} + X_{29} + X_{39} + X_{49} + X_{59} + X_{69} + X_{79} + X_{89} + X_{99} + X_{109} + X_{a9} + X_{b9} + X_{c9} + X_{d9} + X_{e9} + X_{f9} + X_{g9} + X_{h9} + X_{i9} = 8500$$

$$X110 + X210 + X310 + X410 + X510 + X610 + X710 + X810 + X910 + X1010 + Xa10 + Xb10 + Xc10 + Xd10 + Xe10 + Xf10 + Xg10 + Xh10 + Xi10 = 1192$$

$$X111 + X211 + X311 + X411 + X511 + X611 + X711 + X811 + X911 + X1011 + Xa11 + Xb11 + Xc11 + Xd11 + Xe11 + Xf11 + Xg11 + Xh11 + Xi11 = 12394$$

$$X1FA + X1FB + X1FC + X2FA + X2FB + X2FC + X3FA + X3FB + X3FC + X4FA + X4FB + X4FC + X5FA + X5FB + X5FC + X6FA + X6FB + X6FC + X7FA + X7FB + X7FC + X8FA + X8FB + X8FC + X9FA + X9FB + X9FC + X10FA + X10FB + X10FC + XaFA + XaFB + XaFC + XbFA + XbFB + XbFC + XcFA + XcFB + XcFC + XdFA + XdFB + XdFC + XeFA + XeFB + XeFC + XfFA + XfFB + XfFC + XgFA + XgFB + XgFC + XhFA + XhFB + XhFC + XiFA + XiFB + XiFC = 1047390$$

Restricciones de Oferta

$$X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X110 + X111 + X1FA + X1FB + X1FC = 324480$$

$$X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X210 + X211 + X2FA + X2FB + X2FC = 138964$$

$$X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 + X39 + X310 + X311 + X3FA + X3FB + X3FC = 123508$$

$$X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 + X410 + X411 + X4FA + X4FB + X4FC = 116284$$

$$X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X510 + X511 + X5FA + X5FB + X5FC = 89731$$

$$X61 + X62 + X63 + X64 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X610 + X611 + X6FA + X6FB + X6FC = 88085$$

$$X71 + X72 + X73 + X74 + X75 + X76 + X77 + X78 + X79 + X710 + X711 + X7FA + X7FB + X7FC = 82739$$

$$X81 + X82 + X83 + X84 + X85 + X86 + X87 + X88 + X89 + X810 + X811 + X8FA + X8FB + X8FC = 55120$$

$$X91 + X92 + X93 + X94 + X95 + X96 + X97 + X98 + X99 + X910 + X911 + X9FA + X9FB + X9FC = 51702$$

$$X101 + X102 + X103 + X104 + X105 + X106 + X107 + X108 + X109 + X1010 + X1011 + X10FA + X10FB + X10FC = 40980$$

$$Xa1 + Xa2 + Xa3 + Xa4 + Xa5 + Xa6 + Xa7 + Xa8 + Xa9 + Xa10 + Xa11 + XaFA + XaFB + XaFC = 40730$$

$$Xb1 + Xb2 + Xb3 + Xb4 + Xb5 + Xb6 + Xb7 + Xb8 + Xb9 + Xb10 + Xb11 + XbFA + XbFB + XbFC = 26758$$

$$Xc1 + Xc2 + Xc3 + Xc4 + Xc5 + Xc6 + Xc7 + Xc8 + Xc9 + Xc10 + Xc11 + XcFA + XcFB + XcFC = 24576$$

$$Xd1 + Xd2 + Xd3 + Xd4 + Xd5 + Xd6 + Xd7 + Xd8 + Xd9 + Xd10 + Xd11 + XdFA + XdFB + XdFC = 13873$$

$$Xe1 + Xe2 + Xe3 + Xe4 + Xe5 + Xe6 + Xe7 + Xe8 + Xe9 + Xe10 + Xe11 + XeFA + XeFB + XeFC = 11205$$

$$Xf1 + Xf2 + Xf3 + Xf4 + Xf5 + Xf6 + Xf7 + Xf8 + Xf9 + Xf10 + Xf11 + XfFA + XfFB + XfFC = 7592$$

$$Xg1 + Xg2 + Xg3 + Xg4 + Xg5 + Xg6 + Xg7 + Xg8 + Xg9 + Xg10 + Xg11 + XgFA + XgFB + XgFC = 7125$$

$$Xh1 + Xh2 + Xh3 + Xh4 + Xh5 + Xh6 + Xh7 + Xh8 + Xh9 + Xh10 + Xh11 + XhFA + XhFB + XhFC = 4622$$

$$Xi1 + Xi2 + Xi3 + Xi4 + Xi5 + Xi6 + Xi7 + Xi8 + Xi9 + Xi10 + Xi11 + XiFA + XiFB + XiFC = 1567$$

**Anexo 9. Resultados del modelo de transporte con datos del año 2011
incluyendo datos del modelo externo.**

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 48

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1018965E+10

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	18677.000000	0.000000
X21	0.000000	1243.000000
X31	0.000000	414.000000
X41	0.000000	409.000000
X51	0.000000	495.000000
X61	0.000000	1160.000000
X71	0.000000	601.000000
X81	0.000000	765.000000
X91	0.000000	92.000000
X101	0.000000	414.000000
XA1	0.000000	964.000000
XB1	0.000000	629.000000
XC1	0.000000	1137.000000
XD1	0.000000	1853.000000
XE1	0.000000	800.000000
XF1	0.000000	706.000000
XG1	0.000000	326.000000
XH1	0.000000	646.000000
XI1	0.000000	383.000000
X12	0.000000	242.000000
X22	0.000000	2084.000000
X32	0.000000	500.000000
X42	0.000000	21.000000
X52	0.000000	314.000000
X62	0.000000	1920.000000
X72	0.000000	99.000000
X82	46083.000000	0.000000

X92	20232.000000	0.000000
X102	0.000000	1308.000000
XA2	0.000000	289.000000
XB2	0.000000	757.000000
XC2	23384.000000	0.000000
XD2	0.000000	716.000000
XE2	11205.000000	0.000000
XF2	0.000000	97.000000
XG2	1361.000000	0.000000
XH2	0.000000	307.000000
XI2	0.000000	589.000000
X13	0.000000	544.000000
X23	0.000000	2571.000000
X33	0.000000	653.000000
X43	0.000000	570.000000
X53	0.000000	464.000000
X63	0.000000	2278.000000
X73	0.000000	527.000000
X83	0.000000	163.000000
X93	0.000000	115.000000
X103	0.000000	1804.000000
XA3	0.000000	736.000000
XB3	0.000000	1206.000000
XC3	0.000000	392.000000
XD3	0.000000	1108.000000
XE3	0.000000	449.000000
XF3	0.000000	546.000000
XG3	5764.000000	0.000000
XH3	0.000000	757.000000
XI3	0.000000	1065.000000
X14	0.000000	380.000000
X24	0.000000	2407.000000
X34	0.000000	628.000000
X44	0.000000	62.000000
X54	0.000000	381.000000
X64	0.000000	2327.000000
X74	0.000000	279.000000
X84	0.000000	125.000000
X94	4484.000000	0.000000
X104	0.000000	1640.000000
XA4	0.000000	390.000000
XB4	0.000000	939.000000
XC4	0.000000	189.000000

XD4	0.000000	905.000000
XE4	0.000000	181.000000
XF4	0.000000	278.000000
XG4	0.000000	123.000000
XH4	0.000000	502.000000
XI4	0.000000	772.000000
X15	0.000000	173.000000
X25	0.000000	1646.000000
X35	0.000000	132.000000
X45	0.000000	152.000000
X55	0.000000	271.000000
X65	0.000000	601.000000
X75	0.000000	228.000000
X85	0.000000	309.000000
X95	0.000000	253.000000
X105	0.000000	867.000000
XA5	0.000000	226.000000
XB5	13598.000000	0.000000
XC5	0.000000	602.000000
XD5	0.000000	1318.000000
XE5	0.000000	266.000000
XF5	0.000000	229.000000
XG5	0.000000	58.000000
XH5	0.000000	335.000000
XI5	0.000000	228.000000
X16	0.000000	661.000000
X26	0.000000	2407.000000
X36	0.000000	497.000000
X46	0.000000	79.000000
X56	0.000000	417.000000
X66	0.000000	2326.000000
X76	0.000000	307.000000
X86	0.000000	8.000000
X96	10334.000000	0.000000
X106	0.000000	1640.000000
XA6	0.000000	388.000000
XB6	0.000000	967.000000
XC6	0.000000	19.000000
XD6	0.000000	735.000000
XE6	0.000000	208.000000
XF6	0.000000	305.000000
XG6	0.000000	123.000000
XH6	0.000000	517.000000

XI6	0.000000	799.000000
X17	0.000000	401.000000
X27	0.000000	2427.000000
X37	0.000000	518.000000
X47	0.000000	153.000000
X57	0.000000	319.000000
X67	0.000000	2345.000000
X77	0.000000	527.000000
X87	9037.000000	0.000000
X97	0.000000	21.000000
X107	0.000000	1661.000000
XA7	0.000000	460.000000
XB7	0.000000	1187.000000
XC7	0.000000	113.000000
XD7	0.000000	68.000000
XE7	0.000000	429.000000
XF7	0.000000	526.000000
XG7	0.000000	145.000000
XH7	0.000000	737.000000
XI7	0.000000	1020.000000
X18	0.000000	447.000000
X28	0.000000	2474.000000
X38	0.000000	503.000000
X48	2133.000000	0.000000
X58	0.000000	315.000000
X68	0.000000	2166.000000
X78	0.000000	459.000000
X88	0.000000	17.000000
X98	0.000000	0.000000
X108	0.000000	1708.000000
XA8	0.000000	392.000000
XB8	0.000000	1119.000000
XC8	0.000000	46.000000
XD8	13873.000000	0.000000
XE8	0.000000	361.000000
XF8	0.000000	459.000000
XG8	0.000000	123.000000
XH8	0.000000	669.000000
XI8	0.000000	951.000000
X19	0.000000	380.000000
X29	0.000000	2418.000000
X39	0.000000	482.000000
X49	0.000000	79.000000

X59	0.000000	397.000000
X69	0.000000	2335.000000
X79	0.000000	297.000000
X89	0.000000	53.000000
X99	8500.000000	0.000000
X109	0.000000	1640.000000
XA9	0.000000	365.000000
XB9	0.000000	956.000000
XC9	0.000000	45.000000
XD9	0.000000	761.000000
XE9	0.000000	199.000000
XF9	0.000000	296.000000
XG9	0.000000	134.000000
XH9	0.000000	506.000000
XI9	0.000000	789.000000
X110	0.000000	448.000000
X210	0.000000	2476.000000
X310	0.000000	520.000000
X410	0.000000	17.000000
X510	0.000000	331.000000
X610	0.000000	2183.000000
X710	0.000000	413.000000
X810	0.000000	105.000000
X910	0.000000	17.000000
X1010	0.000000	1709.000000
XA10	0.000000	251.000000
XB10	0.000000	1073.000000
XC10	1192.000000	0.000000
XD10	0.000000	485.000000
XE10	0.000000	315.000000
XF10	0.000000	412.000000
XG10	0.000000	140.000000
XH10	0.000000	624.000000
XI10	0.000000	906.000000
X111	0.000000	466.000000
X211	0.000000	2499.000000
X311	0.000000	502.000000
X411	4242.000000	0.000000
X511	0.000000	513.000000
X611	0.000000	2160.000000
X711	0.000000	555.000000
X811	0.000000	35.000000
X911	8152.000000	0.000000

X1011	0.000000	1732.000000
XA11	0.000000	489.000000
XB11	0.000000	1216.000000
XC11	0.000000	142.000000
XD11	0.000000	97.000000
XE11	0.000000	457.000000
XF11	0.000000	554.000000
XG11	0.000000	117.000000
XH11	0.000000	766.000000
XI11	0.000000	1048.000000
X1FA	305803.000000	0.000000
X2FA	0.000000	1983.000000
X3FA	123508.000000	0.000000
X4FA	109909.000000	0.000000
X5FA	89731.000000	0.000000
X6FA	0.000000	1968.000000
X7FA	82739.000000	0.000000
X8FA	0.000000	327.000000
X9FA	0.000000	324.000000
X10FA	0.000000	937.000000
XAFA	40730.000000	0.000000
XBFA	13160.000000	0.000000
XCFA	0.000000	374.000000
XDFA	0.000000	1090.000000
XEFA	0.000000	38.000000
XFFA	7592.000000	0.000000
XGFA	0.000000	37.000000
XHFA	4622.000000	0.000000
XIFA	1567.000000	0.000000
X1FB	0.000000	89.000000
X2FB	0.000000	1045.000000
X3FB	0.000000	432.000000
X4FB	0.000000	492.000000
X5FB	0.000000	540.000000
X6FB	0.000000	1031.000000
X7FB	0.000000	388.000000
X8FB	0.000000	876.000000
X9FB	0.000000	135.000000
X10FB	40980.000000	0.000000
XAFB	0.000000	751.000000
XBFB	0.000000	206.000000
XCFB	0.000000	923.000000
XDFB	0.000000	1639.000000

XEFB	0.000000	587.000000
XFFB	0.000000	492.000000
XGFB	0.000000	424.000000
XHFB	0.000000	433.000000
XIFB	0.000000	170.000000
X1FC	0.000000	181.000000
X2FC	138964.000000	0.000000
X3FC	0.000000	1292.000000
X4FC	0.000000	1201.000000
X5FC	0.000000	1400.000000
X6FC	88085.000000	0.000000
X7FC	0.000000	936.000000
X8FC	0.000000	1637.000000
X9FC	0.000000	516.000000
X10FC	0.000000	161.000000
XAFC	0.000000	1611.000000
XBFC	0.000000	1066.000000
XCFC	0.000000	1716.000000
XDFC	0.000000	2432.000000
XEFC	0.000000	1392.000000
XFFC	0.000000	1311.000000
XGFC	0.000000	967.000000
XHFC	0.000000	1365.000000
XIFC	0.000000	992.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL
PRICES

2)	0.000000	840.000000
3)	0.000000	859.000000
4)	0.000000	1008.000000
5)	0.000000	1044.000000
6)	0.000000	748.000000
7)	0.000000	986.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	631.000000
10)	0.000000	987.000000
11)	0.000000	867.000000
12)	0.000000	285.000000
13)	0.000000	339.000000
14)	0.000000	-1552.000000
15)	0.000000	-457.000000
16)	0.000000	-995.000000

17)	0.000000	-1302.000000
18)	0.000000	-1045.000000
19)	0.000000	-1666.000000
20)	0.000000	-1336.000000
21)	0.000000	-1109.000000
22)	0.000000	-1586.000000
23)	0.000000	-951.000000
24)	0.000000	-1131.000000
25)	0.000000	-923.000000
26)	0.000000	-1367.000000
27)	0.000000	-955.000000
28)	0.000000	-1165.000000
29)	0.000000	-1189.000000
30)	0.000000	-1457.000000
31)	0.000000	-1097.000000
32)	0.000000	-1138.000000

NO. ITERATIONS= 48