



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

**MODELO DE TRANSPORTE DE COSTO
MÍNIMO PARA CEBOLLA EN MÉXICO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

PRESENTA:

MA. ORALIA RAMÍREZ ALCOCER

Chapingo, Estado de México

Noviembre 2013



**MODELO DE TRANSPORTE DE COSTO MÍNIMO PARA CEBOLLA EN
MEXICO**

Tesis realizada por Ma. Oralia Ramírez Alcocer bajo la dirección del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMIA AGRICOLA

DIRECTOR:



Dr. Marcos Portillo Vázquez

ASESOR:



Dr. Ramón Valdivia Alcalá

ASESOR:



Dr. Teodoro Gómez Hernández

LECTOR EXTERNO:



Dr. José Miguel Omaña Silvestre

**Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México, Noviembre de 2013**

DEDICATORIA

A Jesucristo, mi Señor y mi Dios, porque fue inmolado y con su sangre me redimió y sólo él es digno de “tomar el poder, las riquezas, la sabiduría, la fortaleza, la honra la gloria y la alabanza.” (Apocalipsis 5:9-12).

Para ti mi amado esposo Erasmo, porque tu amor llena de satisfacción mi vida y me impulsó y me ayudó a enfrentar este reto.

Con amor para mis hijos José Erasmo, Miguel Ángel y Abraham Alejandro, los tres son las preciadas saetas que el Señor puso en mi aljaba, y que Él está puliendo para ser usados en su obra.

A mis padres: José Ramírez Zavala y Sara Alcocer García. Por su gran amor mostrado siempre.

A la memoria de mi hermano José Carlos.

Con mucho cariño a mis hermanos Sergio, Gustavo, Juan Manuel, Martin y Ernesto a mis hermanas María Eugenia, Rosalina, Celia, Virginia del Carmen y Lorena.

Con amor para los abuelos de mis hijos: Rubén Bravo García y Josefina Morales de Bravo.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Economía por darme la autorización y la oportunidad de continuar el postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado para la realización de los estudios de doctorado en Economía.

Mi agradecimiento a todos mis amigos que me han apoyado siempre que los he necesitado dándome de su tiempo en especial a Lilia Melchor M., Bertha Romero J. Octavio Toxqui T. y Alejandro Romero C.

Agradezco sinceramente la participación de todos los que hicieron posible la terminación y presentación escrita de este trabajo, principalmente al Dr. Marcos Portillo Vázquez, que a pesar de todas sus ocupaciones, amablemente dirigió esta tesis; al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, Teodoro Gómez Hernández José Miguel Omaña Silvestre, les agradezco sus minuciosas observaciones y los señalamientos de deficiencias importantes para corregir y mejorar el trabajo escrito.

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora egreso en 1993 de la Especialidad de Ingeniero en Economía Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Y en 1998 concluyó los estudios de Maestría en Economía en el Colegio de Posgraduados.

El desempeño profesional lo inicio en el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad (FONAES) Oaxaca en la formación y desarrollo de las. Cajas Solidarias de Ahorro en los años 1994 y 1995.

En 1999 ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo, laborando en Patronato Universitario, hasta la fecha.

Los estudios de Doctorado los inicio en Agosto del 2009

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
DATOS BIOGRÁFICOS	IV
CONTENIDO	V
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.5. OBJETIVOS PARTICULARES	7
1.6. HIPÓTESIS	7
II. METODOLOGÍA.....	8
2.1. GENERALIDADES	8
2.2. MODELO DE TRANSPORTE	11
2.3. LAS RESTRICCIONES.....	12
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE LA CEBOLLA	16
3.1.1. <i>Origen de la cebolla</i>	16
3.1.2. <i>Botánica</i>	16
3.1.3. <i>Valor nutritivo</i>	18
3.2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE LA CEBOLLA	18
3.2.1. <i>Comercio Internacional</i>	19
3.2.2. <i>Ámbito nacional</i>	20
3.3. COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO	20
3.3.1. <i>Canales de comercialización.</i>	20
3.3.2. <i>Comercialización</i>	22
3.3.3. <i>Consumo aparente.</i>	23
3.3.4. <i>Clasificación del consumo</i>	23
3.3.5. <i>Condiciones para la venta de la cebolla</i>	24
3.3.6. <i>Problemas de producción</i>	25
3.3.7. <i>Organización de productores</i>	26
3.4. ASIGNACIÓN DE RECURSOS	26
3.5. ECONOMÍA DE MERCADO	27

3.5.1.	<i>Oferta y demanda</i>	27
3.5.2.	<i>La curva de demanda</i>	28
3.5.3.	<i>Curva de Oferta</i>	29
3.5.4.	<i>Oferta, demanda y equilibrio</i>	30
3.6.	OTROS MÉTODOS DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS	31
3.6.1.	<i>Economía centralmente planificada</i>	31
3.6.2.	<i>La administración</i>	32
3.6.3.	<i>Economía mixta</i>	34
3.6.4.	<i>Métodos específicos de asignación de recursos</i>	35
3.7.	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	37
3.7.1.	<i>Programación Lineal</i>	38
3.7.2.	<i>Modelo de Transporte</i>	38
3.7.3.	<i>Requerimientos del Modelo de transporte</i>	39
3.8.	MÉTODOS DE SOLUCIÓN DE LOS MODELOS	41
3.8.1.	<i>Método Gráfico</i>	41
3.8.2.	<i>Método Simplex</i>	42
3.8.3.	<i>Dualidad en la programación lineal</i>	42
3.8.4.	<i>Interpretación de las variables duales: Precios Sombra</i>	43
3.8.5.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	43
3.8.6.	<i>Análisis de Postoptimalidad</i>	44
3.8.7.	<i>Resolución de modelos con software de optimización</i>	44
3.8.8.	<i>Estudios relevantes</i>	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA EL MERCADO CERRADO Y ABERTO	47
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PRODUCTORAS, CENTROS DE CONSUMO Y COSTOS UNITARIOS DE TRANSPORTE (DE ORIGEN A DESTINO)	47
4.2.1.	<i>Áreas productoras y centros de consumo</i>	47
4.2.2.	<i>Costos unitarios de transporte (de origen a destino)</i>	52
4.3.	DISEÑO DEL MODELO DE TRANSPORTE PARA MERCADO CERRADO	55
4.4.	INTERPRETACIÓN DE LAS SALIDAS DEL MODELO DE MERCADO CERRADO	59
4.4.1.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	63
4.5.	DISEÑO DEL MODELO PARA UNA ECONOMÍA ABIERTA	64
4.6.	PRODUCCIÓN POTENCIAL EN MERCADO CERRADO	67
4.7.	PRODUCCIÓN POTENCIAL EN MERCADO ABIERTO	74
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
VI.	BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS		83
6.1.	ANEXO 1	83
1.1.	<i>Salida del modelo de mercado cerrado</i>	83
1.2.	<i>Segunda tabla</i>	88
6.2.	ANEXO 2	89
2.1.	<i>Modelo de transporte para mercado abierto</i>	89
6.3.	ANEXO 3	93

3.1. Salida del modelo de mercado abierto	93
3.2. Segunda tabla.....	96
6.4. ANEXO 4.....	97
4.1. Modelo de transporte para potencial cerrado	97
6.5. ANEXO 5.....	102
5.1 Salida del modelo mercado potencial cerrado	102
5.2. Segunda tabla.....	107
6.6. ANEXO 6.....	108
6.1 Modelo de transporte para mercado potencial abierto	109
6.7. ANEXO 7.....	114
7.1. Salida del modelo de mercado potencial abierto	114
7.2. Segunda tabla.....	118

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PRODUCCIÓN, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD TOTAL DE CEBOLLA, POR ESTADO PARA EL AÑO 2010.....	48
CUADRO 2. ESTADOS ORIGEN Y DESTINO EN FUNCIÓN DE SU DISPONIBILIDAD DE CEBOLLA.....	51
CUADRO 3. MUNICIPIOS DE DESTINO MÁS POBLADOS DEL PAÍS Y CENTRALES DE ABASTO.	54
CUADRO 4.- COSTOS DE TRANSPORTE DE ORIGEN A DESTINO MERCADO CERRADO (PESOS /TON).....	55
CUADRO 5.- . DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO, EXCEDENTES Y ÁREAS MEJOR UBICADAS.....	60
CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE, PARA LA CEBOLLA EN MÉXICO.	60
CUADRO 7. COSTOS DE TRANSPORTE DE LOS ORÍGENES A LOS PUNTOS FRONTERA (PESOS/ (TON)	65
CUADRO 8. PUNTOS FRONTERA DE COSTO MÍNIMO.....	66
CUADRO 9. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE EN MERCADO ABIERTO.....	68
CUADRO 10. COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN POTENCIAL CON EL AÑO 2010	69
CUADRO 11. ESTADOS ORIGEN Y DESTINO EN FUNCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE CEBOLLA CON PRODUCCIÓN POTENCIAL	70
CUADRO 12. COSTOS DE TRANSPORTE DE LOS ORÍGENES A LOS DESTINOS (PESOS/TON)	71
CUADRO 13.- DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE CON EL MODELO DE PRODUCCIÓN POTENCIAL	72
CUADRO 14. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO, EXCEDENTES Y ÁREAS MEJOR UBICADAS PRODUCCIÓN POTENCIAL	73
CUADRO 15. COSTOS DE TRANSPORTE DE LOS TRES ORÍGENES A LOS PUNTOS FRONTERAS (PESOS/TON) PRODUCCIÓN POTENCIAL.....	75
CUADRO 16. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE DE LOS ORÍGENES A LOS DESTINOS Y PUNTOS FRONTERA.	76
CUADRO 17. DISTRIBUCIÓN COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE DE LOS ORÍGENES A LOS PUNTOS FRONTERA.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE PARA CEBOLLA MERCADO CERRADO..61

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE COSTO MÍNIMO DE TRANSPORTE PARA CEBOLLA MERCADO ABIERTO. ..67

MODELO DE TRANSPORTE DE COSTO MÍNIMO PARA CEBOLLA, EN MÉXICO

MINIMUM COST TRANSPORT MODEL FOR ONION IN MEXICO

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene un carácter metodológico y de procedimientos para mejorar la planeación en la producción y distribución de productos agrícolas en las diferentes entidades federativas de México. Responde a la necesidad de obtener resultados oportunos para la obtención de información que sirva para formular un modelo de optimización de la distribución de productos agrícolas a los diferentes centros consumidores del producto. El procedimiento se ejemplifica con el producto cebolla y su distribución en México, con un modelo que permite minimizar el costo de transporte, identificar los lugares con potencialidad productiva que están mejor ubicados con respecto a los centros consumidores y recomendar donde y en qué cantidades debe producirse este bien, para mantener un equilibrio entre oferta y demanda.

Palabras clave: planeación, optimización, modelo, costo de transporte.

ABSTRACT

This research deals with a methodological and procedural character to improve planning in the production and distribution of agricultural products in the different federal entities of Mexico. It responds to the need for getting information in order to formulate a model of optimization of the distribution of agricultural products to different consumer product centers. The procedure is illustrated with onion product and its distribution in Mexico, with a model that allows to minimize the cost of transportation, identify the places with productive potential that are better placed with respect to the consuming centers and to recommend where and in what quantities should be this well, produced to maintain a balance between supply and demand.

Key words: planning, optimization, model, cost of transport.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El cultivo de la cebolla está extendido por todo el mundo, desde el tiempo de los egipcios es considerado un alimento con propiedades medicinales. Esta hortaliza es imprescindible en la cocina pues es uno de los condimentos más empleados en la cultura gastronómica.

Hay gran número de cultivares con distinta adaptación a los diferentes climas que influyen en su crecimiento. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo. Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay. En México este cultivo alcanza a cubrir la demanda interna y se tiene capacidad para exportar a otros países, principalmente a EE.UU., Canadá y América Latina.

En los últimos diez años la producción de cebolla en nuestro país ha mostrado una tendencia al aumento. Al analizar la producción de los años 2000 al 2010 (SAGARPA-SIAP, 2010) se observa que para el 2000 la producción fue de 1, 002,490.11 toneladas, cantidad que fue superada en el siguiente año al incrementarse en un 15.42%. Esta tendencia siguió hasta el 2004, año en que se alcanzó el 33.84% más de producción con respecto al año 2000. Los dos siguientes años el crecimiento fue menor, pues en el 2005 el aumento fue de 22.28% y en el 2006 fue de 23.37%.

El 2007 fue un año record en la producción de cebolla, ya que se alcanzó a producir 1,387,188.38 toneladas, equivalente a un 38.37% más que el año de referencia. La producción en el 2008 solo aumentó en un 8.9% y en el 2009 y 2010 la producción se recuperó y su crecimiento fue de 26.3%. Este aumento en la producción nacional se debió principalmente al incremento en el rendimiento por hectárea al mejorar de 20.61 a 29.12 toneladas/hectárea. Situación contraria a lo que ha sucedido con la superficie sembrada, que ha disminuido en un 15.35% en esta década.

La producción de este cultivo se concentra en pocos estados de la República Mexicana, principalmente en los estados del norte como son Baja California, Chihuahua, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, que concentran dos terceras partes de la oferta nacional de

cebolla; y en los estados del centro de país, como son Guanajuato, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí y Puebla, que cuentan con la otra tercera parte de la producción ofertada.

Esta situación genera que la producción tenga que desplazarse a distintos estados de la República que están lejos de los centros de producción, ocasionando con ello costos elevados de transporte para desplazar la cebolla a esos centros de consumo. Es necesario buscar alternativas que permitan distribuir de forma óptima la producción, considerando que los recursos económicos son escasos y que es necesario contar con un mecanismo de optimización que permita asignarlos entre los distintos individuos y actividades económicas.

Cuando se estudia la programación lineal y se utilizan las técnicas para la resolución de problemas de optimización, los problemas planteados en los libros de texto están diseñados de tal manera que los datos necesarios para formular los modelos se tienen listos para resolverlos. Al resolver problemas de la vida real resulta complicado obtener la información para formular un modelo, lo que se dificulta aún más, porque en la práctica normalmente se cuenta con poco tiempo para obtener resultados oportunos que permitan tomar decisiones.

En el presente documento se describe la forma de obtener datos numéricos confiables de oferta, demanda, costos unitarios de transporte, puntos de orígenes y de destino de un producto. A diferencia de los ejercicios que aparecen en los textos formales donde las cantidades ofrecidas son iguales a las cantidades demandadas, en el planteamiento de modelos de solución de la presente investigación, se trabaja con diferencia entre cantidades demandadas y ofrecidas, caso más común en la vida real.

Los resultados permiten obtener información adicional al de transporte de costo mínimo, la identificación de los orígenes de producto mejor ubicados con respecto a los lugares de destino y otros datos que permiten diseñar medidas de intervención gubernamental para orientar la distribución de bienes, así como de programar la producción y distribución del producto en años posteriores y con la finalidad de desarrollar los modelos y obtener los resultados de forma oportuna, no obstante la mucha información requerida.

En este trabajo se ilustra el procedimiento propuesto empleando como ejemplo el producto cebolla, en la formulación de modelos de transporte aplicados para su planeación agrícola de distribución, programación de producción en años posteriores e identificación de apoyos gubernamentales requeridos.

Actualmente en México, según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010), se rebasan los 112 millones de mexicanos, lo cual promueve la demanda de productos, especialmente la de alimentos, y crea la necesidad de aplicar estos mecanismos para la optimización de los recursos que están asignados a la agricultura y en particular de aquellos alimentos de uso diario como es el caso de las hortalizas.

La asignación de los recursos debe hacerse mediante estos mecanismos de optimización que establezcan las condiciones bajo las cuales los mexicanos tengan acceso a ellos y que a la vez les brinde la información necesaria para asignar los recursos entre las distintas actividades económicas.

1.2. Planteamiento del problema

La producción agrícola en el país es el resultado de decisiones individuales de los productores. En algunos casos se lleva a cabo sin tener una planeación tanto de la cantidad, como de los lugares para producirla. Como resultado de esta actividad no planeada se obtienen cantidades de producto que difieren de la cantidad demandada por los consumidores, generándose excedente o déficit que constituye un problema que tiene que atenderse para ajustar las cantidades a un equilibrio de mercado.

Cuando el proceso de producción concluye, hay que mover los productos de los centros productores a los consumidores que se encuentran dispersos geográficamente. Esta actividad agrega valor a los productos transportados y normalmente llegan al consumidor a precios muy superiores al que fue pagado al productor, problema causado en gran medida por el transporte del producto hacia los centros de consumo recorriendo rutas innecesarias, prolongadas y costosas.

Los productores reciben precios bajos por sus cosechas de cebolla de parte de los intermediarios que compran toda o parte de la producción. En la formación del precio de la cebolla el productor solo participa con el 17%, mientras que el intermediario con el

28% y el minorista participa con el 55%. El cultivo de la cebolla es uno de los cultivos en donde el productor es el que participa menos en la formación del precio (SAGARPA, 2010).

El precio que les pagan a los productores, según ellos mismos afirman, va de 2 a 4 pesos por kilogramo en temporadas normales, es decir, en ausencia de problemas de siniestralidad por problemas climatológicos; mientras que en los centros de venta están entre 10 y 25 pesos por kilo.

Cabe mencionar que este cultivo no recibe ninguna transformación de la forma en cómo se entrega en las unidades de producción a como se vende en los centros de abasto. Y aunado a esta situación, los productores se quejan de que no reciben un pronto pago por la venta de sus cosechas.

Existen técnicas matemáticas desarrolladas en la investigación de operaciones y en particular el modelo de transporte que permite dar solución a estos problemas al generar modelos de optimización de recursos escasos aplicables a la producción y distribución de productos, los cuales muestran los lugares mejor ubicados, las cantidades óptimas que se deben enviar de cada centro de producción a cada centro de consumo, para obtener el costo mínimo de traslado del producto.

De la oferta disponible que tienen los Estados productores se puede tomar todo, parte o nada de su oferta, para satisfacer la demanda de los centros de consumo (Moyo, 1998: Págs. 17-18). Y en base a estos resultados saber que Estados son los mejores lugares ubicados para la producción de cebolla, en términos de costo mínimo de transporte.

1.3. Justificación e importancia

La cebolla es imprescindible en la cocina pues es uno de los condimentos más empleados en la cultura gastronómica. En México la producción alcanza a cubrir la demanda interna y tiene capacidad para exportar a otros países principalmente a Estados Unidos, Canadá y América Latina.

La producción de este cultivo se concentra en pocas entidades de la República Mexicana, principalmente en los estados del norte y del centro. Lo que genera que la

producción de esta hortaliza tenga que desplazarse a distintos destinos lejanos de los centros de producción ocasionando costos elevados de transporte.

El transporte es uno de los puntos clave en la satisfacción del cliente, sin embargo es uno de los costos más elevados y constituye una proporción importante del precio final de los productos. La demanda y los costos de transporte juegan un papel determinante en el precio final de los bienes, se ha observado que el movimiento de carga equivale de una a dos terceras partes de los costos totales de logística (Bermeo y Calderón, 2009, p. 54).

El precio que paga el consumidor final es alto con respecto al precio que se da a los productores de este bien, a pesar de que no lleve ninguna transformación. La diferencia en precio se atribuye en gran medida a los altos costos de transporte para llevar el producto de las zonas productoras a las zonas consumidoras y a la vez a las ineficiencias espaciales que se presentan por falta de planeación en la distribución de la producción interna.

Por lo anterior las dependencias de Gobierno a menudo deben tomar decisiones para apoyar la producción de productos agrícolas y deben seleccionar si la ayuda debe ser a los productores o a los consumidores para que impacte de la mejor manera. Aunado a esto, el tiempo para decidir, en muchas ocasiones es muy corto. Por lo que este trabajo tiene como finalidad desarrollar un procedimiento para la obtención de información que proporcione una estimación válida y oportuna para este propósito se plantearon los siguientes:

1.4. Objetivo General

Desarrollar un procedimiento metodológico para la obtención de información oportuna y confiable para formular un modelo de optimización de la distribución de productos agrícolas (cebolla) en México, que permita minimizar el costo de transporte.

1.5. Objetivos Particulares

- Identificar las áreas productoras y consumidoras de cebolla en el país.
- Elaborar procedimientos para la estimación de volúmenes demandados y ofrecidos.
- Calcular los costos de transporte de la cebolla de cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos.
- Formular modelos de distribución del producto con el mínimo costo de transporte.
- Identificar los centros de producción mejor ubicados con respecto a los centros consumidores y determinar volúmenes de producción convenientes en cada centro productor, para años futuros.

1.6. Hipótesis

Las hipótesis planteadas fueron:

- La producción nacional de cebolla no está planeada conforme a las necesidades de demanda.
- La distribución de la producción de este producto se realiza de manera deficiente, generando costos de transporte mayores a los necesarios.
- Es posible mejorar la planeación en la producción y distribución nacional de la cebolla conociendo las áreas productoras mejor ubicadas con respecto a los centros consumidores y sus potencialidades de producción.

II. METODOLOGÍA

2.1. Generalidades

Se acopió información estadística generada por instituciones mexicanas como la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP, 2010); la Secretaria de Economía; del Banco de Comercio Exterior y el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010).

También se empleó información del portal electrónico de fletes.com y se revisó bibliografía sobre Programación Lineal, Modelos de Transporte y diversos paquetes computacionales utilizados para su optimización, así como estudios realizados con anterioridad sobre este tema.

Los datos se procesaron con herramientas matemáticas generadas en la investigación de operaciones a través de la programación lineal, la cual es una rama de la matemática aplicada y reconocida en diversas ramas de la ciencia, debido a que tiene grandes ventajas en su aplicación.

Esta herramienta matemática tiene modelos llamados de transporte, que permiten identificar las cantidades a distribuir de cada lugar de producción a los centros de consumo, e indica cuales son los mejores lugares para la producción, en cuanto a costo mínimo de distribución.

El modelo general de la programación lineal se aplica a problemas en los que se busca encontrar el máximo o mínimo de una función de tipo lineal, sujeta a algunas restricciones que también son de tipo lineal.

Los modelos desarrollados en este trabajo son de este tipo de problemas lineales, en los que se buscó minimizar los costos de distribución de la cebolla, mismos que están conformados por una gran cantidad de términos que forman la función objetivo, en la que cada término o elemento indica la cantidad a transportar del lugar de producción a los distintos lugares de consumo, y en el modelo general están representadas por X_{ij} ; las cuales son multiplicadas por el costo de transporte de cada uno de los lugares de origen a los diferentes destinos, representados por C_{ij} .

En ellos se busca encontrar la mejor asignación de los recursos, que implique alcanzar la posición más óptima de la función objetivo.

Las restricciones de la demanda, que también son lineales, están formadas por los diferentes Estados de la República que no son autosuficientes en este producto y que demandan de los otros Estados oferentes parte de su producción para completar su demanda.

Se incluyen también aquellos Estados que no tienen producción de cebolla pero que tienen demanda de esta hortaliza, tales como los estados de la península de Yucatán, el Distrito Federal, Tabasco, Veracruz y Nuevo León, que según la SAGARPA, para el año 2010 no presentaron producción.

Las restricciones de demanda expresan las cantidades que deberán ser enviadas de los diferentes Estados oferentes a cada uno de los Estados demandantes y se representan como X_{ij} . Cada restricción de demanda esta igualada a la cantidad total que demanda el Estado para completar su demanda interna.

Las restricciones de oferta están formadas por los estados que, cumpliendo con su demanda interna, tienen un excedente que les permite ofrecerlo a otros Estados, o que puede ser exportado a países como EE.UU. y Canadá. Las restricciones de oferta están representadas por las X_{ij} y son desigualdades menores o igual, debido a que se tiene una mayor producción de cebolla con respecto al consumo.

Como en el país la producción de cebolla supera la demanda nacional, en el modelo de transporte que se empleó se tuvo que considerar esta situación. A continuación se muestra el modelo general matemático utilizado.

$$\text{Max (o Min)} Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_{m \times n}$$

s.a (sujeto a)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \text{ (o bien } \geq 0 =)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \text{ (o bien } \geq 0 =)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \text{ (o bien } \geq 0 =)$$

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, n.$$

Se mencionó con anterioridad que la producción del cultivo de cebolla en el país es mayor a los requerimientos de consumo nacionales, por lo que el modelo a utilizar es un modelo excedentario como el siguiente:

$$\text{Max (o Min)} Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_{m \times n}$$

s.a (sujeto a)

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

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

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

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, n.$$

Para determinar la función objetivo, las restricciones de demanda y de oferta y los costos de transporte para el modelo se inician conociendo la disponibilidad de recursos, es decir, la producción de cebolla obtenida por estado en el año 2010 en el país, la cual está disponible en la SAGARPA a través del SIAP, que publica los avances de la producción de varios cultivos. Cabe mencionar que para la realización de este trabajo se toma la producción total descontando sólo las pérdidas por siniestralidad.

También se determina el consumo por estado y la forma de calcularlo en esta investigación es de la siguiente manera:

El Consumo Nacional Aparente, proporcionado por el (Reveles, et.al., s.f.) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), publicado para el año 2005 se divide entre la población total estimada del país de este mismo año y se obtiene el consumo per cápita de cebolla del año en cuestión.

Se consideró el consumo per cápita del 2005 por ser la cebolla un producto que no varía mucho en su consumo año con año. Este consumo se multiplica por la población estimada por CONAPO de cada estado para el año 2010 y así se conoce el consumo total de cebolla por estado para dicho año.

A la producción que tiene cada Estado para el año 2010 se le resta su propio consumo y el resultado nos indicará si el estado es oferente o demandante.

En los estados que no tienen producción de cebolla se considera el total de su consumo.

Para el modelo, aquellos Estados que tengan excedente, son los orígenes, y conforman las restricciones de oferta y los Estados que tengan déficit, son los destinos, y forman las restricciones de demanda.

También a esta lista de Estados demandantes se agregan los Estados que no tienen producción de cebolla, pero sí presentan un consumo, porque la cebolla es una hortaliza de consumo nacional y mundial.

En la elaboración del modelo, de inicio se considera que cada origen (Estados oferentes) envía su producción excedente a cada uno de los destinos (Estados demandantes), por tanto cada destino recibe de los diferentes orígenes y se calculan los costos de transporte de cada origen a cada uno de los destinos.

Para la obtención de los costos de transporte, las ciudades que se consideran ya sea como origen, o como destino, son las más representativas o de las que se tiene disponibilidad de información (en la formulación de los modelos se puede considerar una u otra ciudad de las que tienen información en los Estados y verificar cual representa mejor al Estado en cuanto a costos). Solo se considera una ciudad por origen y una ciudad por destino.

Se reconoce que en la vida real el transporte utilizado para desplazar este producto es muy variado en forma y tamaño y sería muy difícil calcular los costos de cada una de estas formas de transporte en cada uno de los Estados, por ello en este trabajo solo se considera un solo medio de transporte para el cálculo de los costos y para ello se seleccionó un camión de 28 ton costado por la empresa fletes.com (Anónimo, 2011).

El costo de transporte por tonelada se obtiene al dividir el costo de transporte por camión de cada origen a cada destino entre 28 toneladas (se considera un tráiler caja seca con capacidad de 28 toneladas con medidas de aproximadamente 14.4 x 2.82 x 2.52 metros).

2.2. Modelo de transporte

Una vez que se tienen las cantidades demandas y las ofertadas en los distintos Estados (representadas por X_{mn} para cada una de las restricciones) y los costos de transporte de cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos (representados por C_{ij}), se diseña el modelo.

La función objetivo se representa de forma general como sigue:

$$\text{MIN } Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{14}X_{14} + C_{15}X_{15} + \dots + C_{mn}X_{mn}$$

Dónde:

Z = es el valor de la función objetivo

C_{ij} = Costo de Transporte de cada origen a cada destino

X_{11} = Representa la cantidad transportada desde el origen 1 al destino 1

X_{12} = Representa la cantidad transportada desde el origen 1 al destino 2

Y así sucesivamente hasta

X_{mn} Que representa la cantidad transportada desde el origen m destino n

2.3. Las Restricciones

Se utiliza la desigualdad "**menor que**" en las restricciones de oferta, por ser un modelo con exceso de oferta. Si fuera el caso contrario, en donde el modelo no alcanzara a abastecer su demanda, la desigualdad sería "**mayor o igual que**".

De los diferentes orígenes Y_m se enviará a los distintos destinos $\hat{Y}_n$ y los diferentes destinos $\hat{Y}_n$ recibirán de los distintos orígenes Y_m . Lo que se representa en el modelo de la siguiente manera:

Sujeto a:

$$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+.....+X_{1n} \leq Y_1$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25}+.....+X_{2n} \leq Y_2$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35}+.....+X_{3n} \leq Y_3$$

$$X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{44}+X_{45}+.....+X_{4n} \leq Y_4$$

$$X_{51}+X_{52}+X_{53}+X_{54}+X_{55}+.....+X_{5n} \leq Y_5$$

....

$$X_{m1}+X_{m2}+X_{m3}+X_{m4}+X_{m5}+.....+X_{mn} \leq Y_m$$

(Esta desigualdad "**menor o igual que**", se refiere a que la cantidad demandada es menor o igual que la cantidad ofrecida).

Posteriormente se forma el conjunto de restricciones de la demanda

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+.....+X_{m1} = \hat{Y}_1$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+.....+X_{m2} = \hat{Y}_2$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53}+.....+X_{m3} = \hat{Y}_3$$

$$X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54}+.....+X_{m4} = \hat{Y}_4$$

$$X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}+.....+X_{m5} = \hat{Y}_5$$

.....

.....

$$X_{1m}+X_{2m}+X_{3m}+X_{4m}+X_{5m}+.....+ X_{mn}=\dot{Y}_n$$

Donde:

Para la primera parte, las restricciones expresan:

X_{11} = Representa la unidad transportada del origen 1 al destino 1

X_{12} = Representa la unidad transportada del origen 1 al destino 2

X_{ij} = Representa la unidad transportada del origen i al destino j.

$Y_1, Y_2, \dots Y_m \leq a$ la cantidad ofrecida en el origen 1,2,...m

En la segunda serie de restricciones

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+.....+X_{m1}$$

Representa lo que recibirá el destino 1 de cada origen

$$X_{1n}+X_{2n}+X_{3n}+X_{4n}+X_{5n}+.....+ X_{mn}$$

Representa lo que recibirá el destino n de los m orígenes

$\dot{Y}_1, \dot{Y}_2, \dots \dot{Y}_n = a$ la cantidad demandada en los destinos 1, 2,...n

(Modelo presentado por Taha, 2004: Págs.165-167).

Ya planteado el modelo, se captura en el paquete computacional “Lindo”, o cualquier otro programa de software que resuelva modelos de optimización con muchas variables. Al resolver el modelo; este indicará el valor de la función objetivo y cuáles serán las cantidades óptimas que deban enviarse de cada origen a cada uno de los destinos.

Los orígenes que en los modelos no distribuyan el total de su producción excedente, es decir, que quedan con valores en el costo reducido, serán considerados como los orígenes menos mejor ubicados, indicando el costo o disminución que tendrá la función objetivo por cada unidad que se pretenda agregar para su realización (distribución). Y los orígenes que queden con valor cero en el costo reducido, en el modelo son considerados como los mejores orígenes mejor ubicados.

También en estas salidas del modelo para los resultados de costo mínimo, indican cuanto aumentaría la función objetivo si se agregara una unidad más de oferta en los lugares mejor ubicados.

En el primer modelo únicamente se considera un mercado cerrado donde la producción y el consumo son sólo los que se tienen en el país. El modelo de transporte que se utiliza es el descrito anteriormente.

En el segundo modelo se considera también sólo la producción y el consumo nacional, pero ahora agregando la producción potencial que presenta cada estado de la República Mexicana en los últimos diez años.

Se analizan las estadísticas de producción máxima que presentan los Estados en los últimos diez años y se utilizan los valores de producción más altos que presenta cada uno de los Estados en esta década, en lugar de la producción que tuvieron en el 2010.

Esta mayor producción que se agrega al modelo es para ayudar a conocer qué Estados están mejor ubicados de los ya seleccionados en el primer modelo, pudiendo resultar también que, Estados que en el primer modelo sean deficitarios, ahora tengan oferta disponible para otros Estados demandantes y en Estados que distribuían parte de la oferta disminuya aún más, una vez que se resuelve el modelo.

Bajo este planteamiento, los Estados origen que permanezcan como mejores lugares ubicados, son los Estados indicados para generar en ellos políticas de crecimiento de la producción para futuros incrementos en el consumo nacional.

En un tercer modelo se amplía el modelo inicial que considera el mercado abierto para la producción del año 2010 e incluye los puntos frontera; que son las ciudades fronterizas por donde puede salir el excedente de producción nacional; las cuales en el modelo son considerados como Estados demandantes y forman parte de la función objetivo agregándose como $F_{11} + F_{12} \dots + F_{mn}$ y también forman parte de las restricciones de demanda, agregándose en cada una de las restricciones de demanda como $X_1F_1 + X_2F_2 \dots + X_mF_n$.

Estos puntos frontera son seleccionados solo de ciudades fronterizas con los Estados Unidos de Norteamérica y puertos del Estado de Veracruz, debido a que en la literatura parte de la producción de cebolla se exporta por estos lugares.

Se calculan los costos de transporte de cada origen a cada uno de los puntos frontera, y se agregan a la función objetivo como $P_{ij}F_{ij}$ y a las restricciones de demanda. Las restricciones de oferta dejan de ser desigualdades y se cambian a igualdades y las restricciones de demanda quedan con el mismo signo de igual; con ello se indica que se cubra toda la demanda de cada uno de los Estados y se realice toda la oferta excedente.

La ampliación del modelo para un modelo abierto queda de la siguiente manera.

La Función Objetivo es:

$$\text{MIN } Z = C_{11}X_{11}+C_{12}X_{12}+C_{13}X_{13}+C_{14}X_{14}+C_{15}X_{15}+.....C_{mn}X_{mn}+PF_{11}+ PF_{12}...+PF_{mn}$$

Restricciones de demanda

$$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+..... +X_{1n} + PF_{11}+ PF_{12}...+PF_{mn} =Y_m$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25}+.....+X_{2n}+ PF_{11}+ PF_{12}...+PF_{mn} =Y_m$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35}++X_{3n} PF_{11}+ PF_{12}...+PF_{mn} =Y_m$$

.....

$$X_{m1}+X_{m2}+X_{m3}+X_{m4}+X_{m5}+.....+X_{mn}+PF_{m1}+ PF_{m2}...+PF_{mn} =Y_m$$

Restricciones de oferta

$$X_{1n}+X_{2n}+X_{3n}+X_{4n}+X_{5n}+.....+ X_{mn}=\acute{Y}_m$$

Una vez que se ha agregado al mercado cerrado la parte del mercado abierto, nuevamente se resuelve el modelo.

La interpretación de los resultados es semejante al de un mercado cerrado, solo que ahora son más destinos y unos son nacionales y otros puntos frontera (puede suceder que la distribución de los Estados mejor ubicados que se obtuvieron en un mercado cerrado quede igual o cambie). Los resultados del modelo indicarán cuales son los puntos frontera mejor ubicados para la distribución del excedente de cebolla para enviar al extranjero.

Todos estos modelos tendrán la misma forma del modelo de transporte y de resolución, lo que cambiará serán los valores de la función objetivo, el signo de igualdad o desigualdad en las restricciones de oferta, la cantidad ofrecida o demandada y su interpretación.

En cada uno de los modelo se analizan los resultados del valor de la función objetivo, sus precios sombra y costos reducidos, para conocer en cuánto se afecta a la función objetivo, si se pretende introducir o disminuir una unidad más de la producción de uno o varios Estados.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Características del cultivo de la cebolla

3.1.1. Origen de la cebolla

Existen dudas en cuanto al centro de origen de la cebolla, ya que hasta la fecha no han sido encontradas especies silvestres de Allium cepa. Sin embargo, la mayoría de los botánicos están de acuerdo con Vavilov, que designó a Asia Central (Pakistán) como su posible centro de origen, debido a la gran diversidad de plantas invasoras del género Allium encontrada en esa región.

El Oriente medio y la región del Mediterráneo son considerados como posibles centros de domesticación (centros de origen secundario). Este producto ha sido adoptado en buena medida por todo el mundo. Es utilizado para realzar el gusto de distintas recetas culinarias específicas de cada región.

Las evidencias arqueológicas del año 3200 a C. muestran que los egipcios lo usaban como alimento, en rituales religiosos y en medicina. La domesticación de la cebolla estuvo basada probablemente en la selección de caracteres de la planta y del bulbo, a través de la selección masal efectuada antes del florecimiento.

3.1.2. Botánica

La cebolla pertenece a la familia Liliaceae, que posee más de 600 especies en la zona templada. Existe solamente una forma cultivada y su número cromosómico es $2n = 16$.

Posee la siguiente clasificación botánica:

Grupo: Angiosperma

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Género Allium

Especie: Allium cepa L.

Las formas hortícolas de *Allium cepa* L. se ubican en tres grupos de variedades botánicas:

- a) Grupo *typicum*: *Allium cepa* var. *cepa*. Grupo de cebollas comunes, bulbos simples, grandes, inflorescencias típicamente sin bulbitos, plantas casi siempre originarias de semilla botánica. En este grupo están todas las cebollas comercialmente importantes. El número cromosómico de los tipos cultivados es de $2n=16$ cromosomas.
- b) Grupo *aggregatum*: *Allium cepa* var. *Aggregatum*. Grupo de las cebollas con bulbos compuestos, inflorescencia típicamente sin bulbitos; puede producir semillas o ser estéril. Multiplicación casi exclusivamente vegetativa. Este grupo se caracteriza por la presencia de muchos bulbos laterales que son usados para la propagación. Posee tres formas distintas: cebolla papa, cebolla siempre lisa y cebolla chalote.
- c) Grupo *proliferum*: *Allium cepa* var. *Proliferum*. Los bulbos son pobremente desarrollados. La inflorescencia está cargada de bulbitos y usualmente sin semillas botánicas, reproduciéndose vegetativamente por bulbitos que se originan en la inflorescencia.

Existen otras especies cultivadas, relacionadas a la especie *A. cepa* como:

Allium sativum (ajo), *Allium fistulosum* (cebolla de rama), *Allium ampeloprasum* (puerro, ajo de cabeza grande), *Allium schoenoprasum* (cebollino), *Allium chinense* (Rakkyo) *Allium tuberosum* (cebollino chino) (Vallejo y Estrada, 2004: Págs. 143-146).

De las cebollas comercializables se come el bulbo o engrosamiento de los tallos y hojas que tiene lugar bajo la tierra. Tarda en madurar entre 100 y 120 días después de la siembra, pero si se quieren recoger cebollines, la cosecha se puede hacer entre los 60 y 75 días. Hay distintas variedades de cebolla: blancas, rojas, amarillas, aplastadas, y en forma de globo o de huevo. Unas tienen sabor dulce, como la blanca, y otras son muy picantes, como las amarillas y las moradas (Lesur, 2007: pág.72).

3.1.3. Valor nutritivo

Teniendo en cuenta el contenido de proteína, vitaminas y minerales, la cebolla no es una buena fuente nutritiva; pero es utilizada para condimentación en estado fresco; deshidratada se usa como materia prima para la industria alimenticia y farmacéutica.

Las principales características que determinan la calidad industrial de la cebolla son:

Bulbos pequeños, alta pungencia, alta cantidad de sólidos totales (materia seca) y que no formen pigmentos amargos al ser procesados.

- a) Contenido de sólidos totales de las variedades. Un buen contenido industrial (peso de materia prima /producto deshidratado), depende de la cantidad de sólidos totales de las variedades. La cantidad de sólidos totales de las cebollas varía entre 5 y 20%. La alta cantidad de sólidos está ligada a la alta pungencia y a la buena calidad de almacenamiento. Los factores que influyen en el contenido de sólidos totales son: estado de desarrollo de la planta, precipitación, periodo de almacenamiento, variedad y condiciones climáticas (Vallejo y Estrada, 2004: Pág. 143-146).
- b) La pungencia es la combinación del aroma y el sabor de la cebolla, que ocasiona una irritación en la mucosa de la nariz, la boca y en los ojos. Es un parámetro relacionado directamente con la capacidad que presenten las diferentes variedades de cebolla para acumular compuestos sulfurados en sus células.

Pero además de este factor determinante, existen otros relacionados con parámetros agronómicos, vinculados al proceso de producción. Estos parámetros están relacionados con el tipo de suelo, como por ejemplo con la capacidad de retención de elementos nutritivos, con las condiciones climáticas, de forma que las temperaturas elevadas durante el ciclo de cultivo aumentan la acritud de las cebollas, con el tipo y cantidad de fertilizantes nitrogenados y azufrados. (AgroNegocios Perú, s.f.).

3.2. Aspectos socioeconómicos del cultivo de la cebolla

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo. Hay gran número de cultivares con distinta adaptación a los diferentes climas que influyen en su crecimiento. A pesar

de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo. Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay.

Según Ottone (2008) la producción mundial se encuentra en constante incremento, pasó de 43 millones de toneladas en 1996 a casi 65 millones en 2006. El crecimiento acumulado en este periodo fue de casi un 50%, con una tasa promedio anual de 4.93%. Este importante aumento se debe tanto a las aéreas cosechadas como también a la mejora en los rendimientos, que pasaron de 17.6 toneladas por hectárea a 19.55 toneladas. Esta tendencia se muestra firme al comienzo de esta década.

Más del 50% de la producción se concentra entre los cinco principales países productores: China, con 19.80 millones de toneladas, participa con el 31.1%; le sigue la India con un volumen de 6.44 millones (9.9%); luego Estados Unidos con 3.34 millones (5.1%); Pakistán 2.05 millones (3.1%) y Rusia con una producción de casi 1.8 millones de toneladas (2.75%) de la producción mundial. México es considerado el primer exportador latinoamericano de cebolla, el principal socio es Estados Unidos.

3.2.1. Comercio Internacional

El comercio internacional se ubicó en el año 2005 en torno a las 5 millones de toneladas. El mismo se mantuvo en constante crecimiento en la última década, entre los años 1996 y 2005, conforme a datos de FAO, el incremento fue prácticamente de un 42%. Ya que los volúmenes exportados en el primero de estos años fue de 3.3 millones de toneladas.

Si se considera el promedio de exportaciones de los años 2001-2005, el 75.1% de las ventas son realizadas por diez países. Solamente Holanda, India y China son responsables del 41%; además estos países han tenido un desempeño satisfactorio en los últimos años, mostrando un constante e importante crecimiento.

Si bien Holanda comandaba las exportaciones globales de los últimos años, a partir de 2002, India ha dado un importante salto en sus volúmenes comercializados, convirtiéndose en el primer exportador mundial.

México es el primer exportador latinoamericano de cebolla. Entre 2001 y 2005 envió anualmente un promedio de 265,000 toneladas a otros países. La tasa de incremento es del orden del 7.4% anual. Estados Unidos sobresale con una concentración de más del 90% de las exportaciones. El resto se reparte entre países de Centroamérica como El Salvador, Honduras, etc. (Ottone, 2008: págs. 4-5).

3.2.2. Ámbito nacional

En el año 2010 en México se sembró una superficie de 45,126.03 hectáreas, de esta superficie se siniestraron 290.30 ha, alcanzando una producción de 1,266,164.99 ton, que se distribuyó en los diferentes Estados del país y en el mercado internacional; el rendimiento promedio que se tuvo fue de 28.24 ton/ha. Cabe mencionar que el rendimiento de la cebolla ha ido en aumento al pasar de 20.61 a 29.12 ton/ha. creciendo en cerca de un 71% en los últimos diez años. El precio promedio obtenido por los productores por tonelada fue de \$4,181.14 pesos.

La cebolla se produce durante todo el año en dos ciclos vegetativos agrícolas, primavera-verano y otoño-invierno y es para abastecimiento del mercado nacional y el mercado externo. Los tipos de cebolla que se cultivan son la blanca, amarilla, morada y el cebollín y se comercializa el bulbo y el cebollín (SAGARPA-SIAP, 2010).

3.3. Comercialización y consumo

3.3.1. Canales de comercialización.

El cultivo de la cebolla al igual que otros productos agrícolas presenta dos tipo de canales de comercialización, los modernos y los tradicionales.

Si el producto se va por un canal moderno, una vez que sale del productor pasa por un centro de acopio y de ahí a un centro logístico para su exportación o para ser vendido en tiendas de autoservicio y tiendas de conveniencia. El producto también se puede ir vía distribuidores especializados y abastecer a las tiendas anteriores y a restaurantes.

Cabe mencionar que estas tiendas y restaurantes también se surten de las centrales de abasto, donde el producto siguió un canal de comercialización tradicional.

Si el producto sigue un canal tradicional, una vez que sale del productor presenta dos caminos; uno de ellos es pasar por el centro de acopio y de éste irse a la central de abasto, donde se abastecen el comercio ambulante, mercados, pescaderías, tianguis y otros. El segundo camino es irse vía intermediarios y de ahí a la central de abasto.

En los canales modernos de comercialización las mermas que se tienen son menores al 10%; pero estos solo distribuyen menos del 15% de la producción total, mientras que los canales tradicionales distribuyen más del 78%, pero las mermas son mayores del 30% y menores de 45%. Esto conlleva a un mayor precio de la cebolla al consumidor final. Las principales deficiencias se dan en el almacenamiento y en el transporte (SAGARPA, 2010).

Para conocer mejor los procesos que se dan en la comercialización de un bien o servicio, se precisa de un conjunto de relaciones organizacionales entre los productores, los intermediarios y, desde luego, los usuarios finales. Estas relaciones corresponden a la llamada estructura de canales, y toma variadas formas dependiendo de las condiciones específicas como se presente la organización del mercado (Miranda, 2005, págs. 105-118).

El Esquema General de Comercialización de Hortalizas en México es el que a continuación se indica:

1. La venta directa al público consumidor en el mercado de abastos.
2. La venta a minoristas en el mercado de abastos
3. La venta directa a mayoristas en las Ciudades Grandes.
4. La venta a pie de parcela a intermediarios o mayoristas que acuden a la comunidad (compradores rurales)

De lo anterior se determinan algunas limitantes:

- a) Problemas con los comerciantes establecidos para vender al público consumidor en el mercado.

- b) Desconocimiento de la operación del mercado de abastos de las grandes ciudades y por ello problemas para vender en ese mercado.
- c) La existencia de intermediarios y/o comisionistas que acuden a la comunidad o que se encuentran en las ciudades grandes, quienes fijan los precios y hasta las condiciones de pago.
- d) Bajo precio del producto debido a la falta de mercados adecuados.

Para dar solución a estos problemas se plantean oportunidades como:

- a) Organización de productores para la venta en común de volúmenes importantes.
- b) Buscar nuevos mercados ya sea a nivel nacional o internacional con el apoyo de las instancias de gobierno correspondientes.
- c) Contar con bodegas para almacenamiento y comercialización de productos en las Centrales de Abasto en ciudades importantes del país para poder negociar con una gama mayor de clientes, que puedan ofrecer mejores condiciones en cuanto al precio y al pago.

Una planeación adecuada de la producción agropecuaria a nivel nacional que permita un mejor control de precios de los productos del campo. (Anónimo, 2001).

3.3.2. Comercialización

El estudio de comercialización señala las formas específicas de procesos intermedios que han sido previstos para que el producto o servicio llegue al usuario final.

El término “comercial” no es una relación que exclusivamente se da en el sector privado, también las empresas estatales que prestan servicios acuden a la “comercialización” para entrar en contacto con sus abonados.

El proceso de comercialización incluye: las formas de almacenamiento, los sistemas de transporte de empleados, la presentación del producto o servicio, el crédito a los

consumidores, la asistencia técnica a los usuarios, los mecanismos de promoción y publicidad.

La importancia del estudio de comercialización varía dependiendo del producto de que se trate, si es de consumo final, intermedio o de capital; o si se trata de productos agrícolas, industriales, mineros, etc. Conocer los canales de comercialización permite determinar el costo agregado al producto por efecto de su distribución. En ocasiones se descubre que los márgenes de intermediación son exagerados con respecto al costo del producto; por otro lado la distribución de ciertos productos implica exigencias técnicas de alto costo, como en el caso de transporte de productos frescos; por ejemplo, que por falta de una adecuada distribución podría generar deterioro y desde luego menoscabo en la demanda.

El canal de comercialización o de distribución, está determinado por el camino que recorre un bien o servicio desde el productor hasta el consumidor; esto supone de hecho, vinculaciones que se pactan entre la empresa que produce el bien o atiende el servicio y los intermediarios que garantizan la relación con los usuarios finales.

3.3.3. Consumo aparente.

El concepto de “consumo aparente” suele ser usado como medida del consumo, especialmente cuando falta información sobre el consumo real. Este consumo aparente se calcula sumando algebraicamente a la producción, el saldo entre importaciones y exportaciones del producto de que trate. Este concepto podrá ser válido siempre que los cambios en existencias en aquellos productos agrícolas de frágil conservación no sean muy significativos, pues esto podría conducir a errores en la estimación de la demanda. En el caso de bienes de consumo perecederos, las cifras de consumo aparente permiten llegar a resultados satisfactorios (Ramos, 1981, pág.35).

3.3.4. Clasificación del consumo

El consumo puede ser aparente o real. El conocer su magnitud facilita la labor de estimación de la demanda. Los consumos aparente y real de un bien o servicio, durante un período determinado, están dados por las siguientes expresiones (Valencia, s.f.):

$$CA = P + I - E + (So - Sc)$$

Donde

CA: Consumo aparente durante el período en consideración;

P: producción

I: importaciones

E: exportaciones del bien o del servicio durante el período

So: nivel de las existencias al comienzo del período

Sc: nivel de las existencias al final del período.

$$CR = CA + A + PC$$

Donde:

CR: consumo real durante el período;

CA: consumo aparente;

A: incremento en los almacenamientos;

PC: pérdidas durante la comercialización del producto en dicho período

3.3.5. Condiciones para la venta de la cebolla

Se sabe que el mercado de exportación de la cebolla en México está constituido por EE.UU. y Canadá, y para ello los bulbos deben estar libres de residuos de plaguicidas. La cebolla para exportación debe presentar grados de calidad (Redondo, 1992, pág. 119).

Grado US núm. 1

El Grado de Calidad US núm. 1 agrupa cebollas con características de variedades similares, maduras, medianamente bien formadas y libres de pudrición y de la enfermedad originada por exceso del sol, cebollas dobles o con cuello de botella y libres de daños ocasionados por tallos, partiduras, humedad, raíces, brotes, manchas, suciedad y otros tipos de enfermedades, insectos y daños mecánicos.

US Combinación

Abarca la combinación de los grados US núm.1 y US núm. 2 con la condición de que al menos el 50% del peso de las cebollas del lote cumpla con los requisitos del Grado US núm. 1.

US núm. 2

Se acepta cebolla de menor tamaño, pero que cumpla con todo los requisitos del Grado US núm.1.

El envase para exportación es el saco o arpilla de fibra de plástico con capacidad de 25.991 kg y 22.800 Kilogramos.

El mercado nacional es menos exigente que el de exportación, y la clasificación de cebollas se hace también con base al tamaño del bulbo, en cebolla de primera, de segunda, de tercera y de rezaga; el empaque es el saco o arpilla de 30 kilogramos.

3.3.6. Problemas de producción

En las diversas zonas productoras existen problemas, algunos muy regionales y se ha establecido una jerarquía para formular las limitaciones nacionales del cultivo de la cebolla, a saber:

- Falta de variedades e híbridos nacionales para invierno.
- Enfermedades del follaje, como por ejemplo la Mancha púrpura (*Alternaria porri* Ell.).
- Malezas
- Comercialización
- Plagas, como por ejemplo los Trips (*Thrips tabaco*), el Minador de la hoja (*Liriomyza* sp.) y el Falso medidor (*Thrichoplusia* sp.)
- Falta de semilla del germoplasma más adecuado.
- Ineficiencia del uso del agua de riego.
- Manejo de cosecha y poscosecha.
- Cosecha de la cebolla realizada manualmente. Solo se emplea maquinaria para aflojarla; se recoge a mano y se le clasifica en corredoras con base en sus tamaños, depende del diámetro del bulbo.

Tamaño	Diámetro
Chico	1-2 1/4 pulgadas
Mediano	2-3 1/4 pulgadas
Grande	3- 1/2 o más pulgadas

3.3.7. Organización de productores

La producción de cebolla del país está agrupada en 33 asociaciones regionales de productores, que pertenecen a la Confederación Nacional de Productores de Hortalizas. Sus miembros provienen del sector social y de la iniciativa privada (Redondo, 1992, Págs. 113-125).

3.4. Asignación de recursos

Las sociedades siempre han tenido que idearse métodos que les permitan solucionar el problema de la asignación de los recursos escasos. 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. Existen otros métodos de asignación de recursos que se utilizan en actividades específicas y que aquí solo se hará una descripción breve de ellos, como el Mando, Regla de la mayoría, Concurso, Atender al primero en llegar, Lotería, Características personales y Fuerza.

También existe otra forma de llevar a cabo la asignación de recursos en la que se hace uso de las herramientas que proporciona la investigación de operaciones.

Actualmente sólo hay dos formas de modos de producción, el capitalismo y el socialismo, ninguno existe en su forma pura. Por lo regular, la política económica de un país tiene su base en alguno de estos modos de producción, pero con una serie de modalidades, según sus necesidades, tal como es el caso de México, que es un país con bases capitalistas, aunque tiene algunas características del socialismo.

El sistema económico aplicable en el capitalismo es la economía de mercado o libre cambio, y el sistema aplicable en el socialismo es la economía planificada o proteccionismo, ambos poseen un amplio repertorio de reglas y principios (Ávila, 2006: Pág. 15).

3.5. Economía de mercado

En la economía de libre mercado la asignación de recursos está determinada por las decisiones de producción, de venta y de compras realizadas por las empresas y familias actuando en respuesta a las señales del mercado (precios y beneficios). Los vendedores y compradores representan las dos partes del mercado: la oferta y la demanda.

En el sentido más amplio el mercado es considerado como una institución a través de la cual operan las fuerzas determinantes de los precios, es decir, donde opera la oferta y la demanda. También el mercado se considera los lugares físicos, en donde ocurre el intercambio de bienes y servicios y en los cuales tienen lugar los resultados de la interacción de la oferta y la demanda; esta concepción es para los mercados geográficos.

Los mecanismos de mercado hacen referencia a la cadena de información que tiene lugar dentro y a través de los mercados (o lugares geográficos), parte de ellos hacen posible que los individuos se mantengan en estrecho contacto, compartiendo información relacionada con los precios y la disponibilidad de los bienes. (LeRoy y Meiners, 1990, págs. 24 y 25).

3.5.1. Oferta y demanda

Un modelo de competencia perfecta existe en lo que se llama un mercado; donde los compradores y vendedores constituyen ese mercado, es decir, un grupo de compradores constituye un tipo de mercado particular llamado mercado competitivo, en el cual hay muchos compradores y vendedores de un mismo bien. Más exactamente, el aspecto crucial de un mercado competitivo es aquel en que la actuación de ningún comprador o vendedor puede influir en el precio al que se vende el bien.

El funcionamiento de un mercado competitivo se puede describir mediante un modelo conocido como modelo de oferta y demanda, tal como es descrito por Krugman y Well (2008: págs. 56-72).

Este modelo se basa en cinco conceptos clave:

- La curva de demanda
- La curva de oferta
- El conjunto de factores que produce un desplazamiento de la curva de oferta y el conjunto de factores que produce un desplazamiento de la curva de demanda.
- Punto de equilibrio
- Las variaciones de precio debidas a desplazamientos simultáneos de las curvas de demanda y de oferta.

3.5.2. La curva de demanda.

En general, el número de personas que desean comprar un bien depende del precio de este bien. A precios más altos, menos personas están dispuestas a comprar el bien, a precios más bajos, un mayor número de personas estarán dispuestas a comprar el bien. El registro de las cantidades vendidas a diferentes precios se llama plan de demanda, su usa para dibujar una curva de demanda. Por lo general, en el eje vertical se muestra el precio del bien y en el eje horizontal la cantidad demandada. Cada valor en la cantidad y en el precio representa un punto en una gráfica. La curva que une a esos diferentes puntos es una curva de demanda.

Una curva de demanda es una representación gráfica de un plan de demanda es decir, una manera diferente de mostrar la cantidad de un bien o servicio que los consumidores están dispuestos a comprar para cada nivel de precio. La curva de demanda tiene pendiente negativa que refleja la proposición general, según la cual, a un mayor precio, la cantidad demandada disminuye a excepción de los bienes Giffen. En general, la proposición según la cual un precio más elevado de un bien, si todo permanece constante, hace que las personas demanden una cantidad menos del mismo, es tan fiable que los economistas han decidido llamarla “Ley”, la ley de la demanda.

Los desplazamientos en la curva de demanda se deben a un cambio en la cantidad demandada como resultado de un cambio en el precio. Cuando la curva de demanda se desplaza a una nueva posición, que implica una nueva curva, se debe al cambio en la cantidad demandada, para cualquier nivel de precios. En economía se cree que hay cuatro factores principales que desplazan la curva de demanda de un bien:

Un cambio en los precios de los bienes relacionados; éstos pueden ser sustitutos (satisfacen una misma necesidad) o complementarios (estos bienes se consumen conjuntamente).

Cambios en el ingreso. Cuando el ingreso aumenta, la disposición a comprar un bien aumenta a cualquiera de sus precios de mercado, si el bien es normal, pero si el bien disminuye su demanda cuando se incrementa el ingreso es un bien inferior.

Cambios en los gustos y preferencias. La gente tiene ciertas preferencias o gustos que determinan lo que deciden consumir y que estos gustos pueden variar por modas, creencias, cambios culturales, etc.

Cambios en las expectativas. Dependiendo de lo que se espera las expectativas pueden variar desplazando a la curva de demanda.

3.5.3. Curva de Oferta.

La cantidad ofertada de un bien o servicio que los individuos están dispuestos a vender, depende del precio. Al igual que la demanda, también se tiene un plan de oferta que muestra la cantidad ofrecida para cada nivel de precios. Este plan se representa con una curva de oferta en donde cada punto corresponde a un precio y una cantidad ofrecida. De la misma forma que se producen desplazamientos en la curva de demanda se dan en la curva de oferta, es decir variación de la cantidad ofertada para cada nivel de precios. El cual se refleja en un desplazamiento de la curva de oferta hacia una nueva posición que define a una nueva curva de oferta. Los movimientos a lo largo de la curva de oferta representan una variación en la cantidad ofertada de un bien a consecuencia de una variación de su precio.

En economía se considera que los desplazamientos de la curva de oferta se deben principalmente a tres factores.

Cambio en los precios de los insumos o factores. Cualquier bien que se usa para producir otro bien, estos factores también tienen un precio, que al subir su precio la producción del bien final será más cara para los que la producen y venden. Así que habrá menos vendedores dispuestos a ofrecer ese bien final y la curva de oferta se

desplazará hacia la izquierda. Una disminución del precio de los factores tendrá un efecto contrario.

Cambios en la Tecnología. Cuando se dispone de una tecnología que permite reducir los costos de producción, la oferta aumenta, y la curva de oferta se desplaza a la derecha.

Cambios en las expectativas. Las expectativas pueden alterar la oferta: la expectativa de que un bien aumentará en el futuro hará que se reduzca la oferta de hoy.

3.5.4. Oferta, demanda y equilibrio

Decimos que un mercado está en equilibrio cuando el precio ha alcanzado un nivel al cual la cantidad demandada iguala la cantidad ofertada del bien. A ese precio ningún vendedor, considerado individualmente, obtendría más beneficio de la venta de una cantidad mayor o menor del bien y ningún comprador, considerado individualmente, sacaría más beneficio de la compra de una cantidad mayor o menor del bien.

El precio que iguala la cantidad ofertada y la cantidad demandada es el precio de equilibrio. La cantidad comprada y vendida es la cantidad de equilibrio. Todo precio mayor que el de equilibrio genera un excedente o exceso de oferta y todo precio menor al de equilibrio genera escasez.

Este equilibrio determinará la cantidad que se intercambiará en el mercado, así como el precio al que se producirá este intercambio. La cantidad de equilibrio constituye el elemento que permitirá que se realice la asignación de recursos que son objetivo de la economía. La cantidad demandada puede ser diferente a la cantidad vendida.

La teoría económica de carácter liberal sostiene que actuando de este modo el mercado es el que toma las decisiones de asignar los recursos y que es posible conseguir una situación en que el estado final de la sociedad en su conjunto es el mejor posible. Este punto de vista considera que es el mejor instrumento para solucionar la asignación de los recursos escasos.

Ahora bien, este mercado precisa que se cumplan unos supuestos determinados si se pretende que ofrezca los resultados que los teóricos del liberalismo pretenden, y que denominan el estado de competencia perfecta:

Se trata de un conjunto de supuestos bastante restrictivo, algunos difícilmente podrán cumplirse. No se pretende decir que el mercado no pueda funcionar, puesto que existe el convencimiento de que en determinadas áreas es el único método válido, lo que no se quiere defender es esa posición idealizada del mercado; deberán existir áreas de actividad en las que la asignación de recursos se realice sin utilizar el mercado para que se puedan tener en cuenta otros elementos en el proceso de toma de decisiones (Gisbert y Belonch, 2002: Págs. 5-8).

En la economía de mercado la producción y el consumo son el 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 enviarlo. Cada productor individualmente hace lo que cree que será más rentable; cada consumidor compra lo que desea, pero la elección de cada uno no es independiente de la de los demás, su elección depende en gran medida de las elecciones que hayan hecho los demás (Krugman, 2006: Pág. 2).

3.6. Otros métodos de asignación de recursos

En toda sociedad los recursos económicos disponibles son escasos en relación a las múltiples necesidades que se debe satisfacer con ellos, es necesario determinar en qué cantidades y a qué usos se van a destinar los recursos, la forma de distribuirlos varía en función de los objetivos que se persigan. Por ello existen métodos como el ya descrito de la economía de mercado y los que a continuación se describen.

3.6.1. Economía centralmente planificada

En las Economías Planificadas Centralmente hay una autoridad central, el Estado, que toma las decisiones sobre la producción y el consumo. Él decide qué producir, cómo se va a producir y para quién se va a producir.

La producción y la distribución se realizan a través de un plan comprensivo, detallado y aprobado por las autoridades centrales, en él se especifica con gran detalle las metas y buena parte de las tareas que las firmas y otras unidades tienen que cumplir en forma

obligatoria. Sus objetivos son sociales y la forma de incentivar la producción es a través de bonos.

Un gran aparato de administración pública toma las decisiones económicas. El principal instrumento contable de coordinación se denomina balance material, que correspondería al mercado en la economía de libre competencia y los precios no juegan ningún papel en la asignación de recursos. La pasividad de los precios trae consigo ineficiencia del primer orden en la elaboración del plan, pues son fijados de antemano y no tienen ninguna relación con la escasez relativa de los recursos productivos y con los costos de producción y las condiciones de demanda de los bienes que lo integran. En consecuencia, estos precios son completamente inservibles para efectuar cálculos económicos (Sanfuentes, 1997: Págs. 35-41).

La experiencia de las economías que han practicado esta forma de asignación de recursos no deja lugar a dudas de la magnitud de los problemas en la producción y contradicciones en el sistema de estímulos materiales que caracterizan su funcionamiento (Krugman, 2006: Pág.11).

3.6.2. La administración

Un concepto que es común en los métodos de asignación tanto en los ya descritos como en los de una economía mixta es la administración donde existe un proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos y las actividades de trabajo, con el propósito de lograr los objetivos o metas de la organización de manera eficiente y eficaz. Contiene cinco partes fundamentales que se explican a continuación (Thompson, 2008):

5. Proceso de planear, organizar, dirigir y controlar: Es decir, realizar un conjunto de actividades o funciones de forma secuencial, que incluye:

Planificación: Consiste básicamente en elegir y fijar las misiones y objetivos de la organización. Después, determinar las políticas, proyectos, programas, procedimientos, métodos, presupuestos, normas y estrategias necesarias para alcanzarlos, incluyendo además la toma de decisiones, al tener que escoger entre diversos cursos de acción

futuros. En pocas palabras, es decidir con anticipación lo que se quiere lograr en el futuro y el cómo se va a lograr.

Organización: Consiste en determinar qué tareas hay que hacer, quién las hace, cómo se agrupan, quién rinde cuentas a quién y dónde se toman las decisiones.

Dirección: Es el hecho de influir en los individuos para que contribuyan a favor del cumplimiento de las metas organizacionales y grupales; por lo tanto, tiene que ver fundamentalmente con el aspecto interpersonal de la administración.

Control: Consiste en medir y corregir el desempeño individual y organizacional para garantizar que los hechos se apeguen a los planes. Implica la medición del desempeño con base en metas y planes, la detección de desviaciones respecto de las normas y la contribución a la corrección de éstas.

6. Uso de recursos: Se refiere a la utilización de los distintos tipos de recursos que dispone la organización: humanos, financieros, materiales y de información.
7. Actividades de trabajo: Son el conjunto de operaciones o tareas que se realizan en la organización y que al igual que los recursos, son indispensables para el logro de los objetivos establecidos.
8. Logro de objetivos o metas de la organización: Todo el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar la utilización de recursos y la realización de actividades, no son realizados al azar, sino con el propósito de lograr los objetivos o metas de la organización.
9. Eficiencia y eficacia: En esencia, la eficacia es el cumplimiento de objetivos y la eficiencia es el logro de objetivos con el empleo de la mínima cantidad de recursos.

Son los elementos básicos del proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control), se puede decir que son las fases de éste. Viéndolos desde el aspecto conceptual, la planeación es imaginar, prever, visualizar, pensar con orden y sentido común lo que se tendrá que hacer el día de mañana, de tal forma que al iniciar cualquier actividad, se pueda ejecutar de la mejor manera posible, pensando a corto y a

largo plazo. Viéndolo desde el aspecto administrativo, surge la planeación estratégica, que consiste en fijar las expectativas de la empresa, que se van teniendo mediante la realización de estrategias para el logro óptimo de objetivos y misiones (Robbins y Coulter, 2005, págs. 159-160).

3.6.3. Economía mixta

El concepto de economía mixta cubre dos aspectos principales. En primer término, existen en la economía dos sectores de propiedad, a saber, el de propiedad privada y el de propiedad pública de los recursos productivos. El sector de propiedad privada abarca la mayor parte de la tierra y el capital localizado en los varios sectores productivos. El sector de propiedad pública es de menos dimensiones, pero generalmente cubre actividades productivas importantes para la economía y algunas actividades sociales.

El segundo aspecto distintivo de una economía mixta es que tanto el mercado como la planificación juegan un papel importante en la coordinación de la actividad económica. En la economía mixta, la planificación y la política económica actúan para complementar y no para substituir el mecanismo de mercado. Su papel se extiende tanto a problemas de eficiencia en la producción como de justicia distributiva. 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 y promoviendo los requisitos de una competencia efectiva. Al mismo tiempo, intentan asegurar una distribución adecuada del ingreso a través de arreglos institucionales que son previos al funcionamiento del propio mecanismo de mercado.

El sector público puede financiar con los impuestos recaudados el gasto en programas de salud, educación. La segunda vía consiste en otorgar subsidios a organizaciones privadas para que ofrezcan otros servicios en las mismas condiciones. Satisfacen los requisitos de economías mixtas América del Norte, Japón y la mayor parte de las economías de Europa occidental y en forma creciente varias economías de América Latina, como Argentina, Brasil, México y Chile (Sanfuentes, 1997: Págs. 35-41).

Una importante razón para que el Estado realice determinadas actividades en la economía son las fallas que tiene, o que se cree que tiene el mercado. El Estado debe intervenir en las actividades económicas, pero la empresa debe desempeñar el papel más importante en la economía. Existen controversias sobre el grado de intervención que debe tener el Estado, según lo grave de las fallas del mercado y lo eficaz que sea el Estado para resolverlas (Stiglitz, 2000, págs. 17-19).

3.6.4. Métodos específicos de asignación de recursos

Cuando los recursos son escasos, deben asignarse de alguna forma, ya sea comercializar en los mercados o asignarlos a través del Estado. Estos son sólo unos de los métodos, entre varias formas alternativas de hacerlo o de asignarlos.

Los recursos pueden asignarse ya sea por:

- Precio de mercado
- Mando Regla de la mayoría
- Concurso
- Atender al primero en llegar
- Lotería
- Características personales
- Fuerza

Cuando es el precio de mercado el que asigna un recurso escaso, las personas que están dispuestas y tienen la capacidad de pagar dicho precio son quienes obtienen el recurso. Existen dos tipos de personas que deciden no pagar el precio de mercado: las que pueden pagarlo pero prefieren no comprarlo, y las que son demasiado pobres y simplemente no pueden solventar su compra. Como los pobres no pueden adquirir artículos que la mayoría de las personas consideran esenciales, dichos artículos se asignan mediante alguno de los otros métodos.

Mando.- Este sistema asigna recursos por medio de las órdenes (instrucciones) que da alguien con autoridad; donde las líneas de autoridad y responsabilidad son claras y se facilita supervisar las actividades que se llevan a cabo. No obstante este sistema resulta

poco eficaz cuando las diversas actividades que deben supervisarse son numerosas y es fácil que el personal engañe a los que están en posiciones de autoridad.

Regla de la mayoría (Votación).- Esta regla asigna los recursos según lo decida una mayoría de votantes. Las sociedades usan la regla de la mayoría para elegir gobiernos representativos que toman las decisiones más importantes. La regla de la mayoría funciona bien cuando las decisiones que se toman afectan a muchas personas y se vuelve necesario supeditar los intereses personales al uso eficaz de los recursos.

Concurso. El concurso asigna los recursos a un ganador (o grupo de ganadores). Este es el método utilizado en los eventos deportivos, o en licitaciones de empresas. Los concursos funcionan bien cuando los esfuerzos de los “jugadores” son difíciles de supervisar y recompensar en forma directa.

Atender al primero en llegar. Este método asigna los recursos a los que son los primeros de la fila. Este método funciona mejor cuando los recursos escasos satisfacen en secuencia sólo a un usuario a la vez. Gracias a que se atiende al usuario que llega primero, este método minimiza el tiempo dedicado a esperar a que el recurso se libere.

Lotería. Las loterías asignan los recursos a los que escogen el número ganador, toman las mejores cartas o tienen suerte en algún otro sistema de juego de azar. Cada año, las loterías estatales y los casinos reasignan millones de dólares en bienes y servicios. Las loterías funcionan mejor cuando no existe una manera eficaz de distinguir a los usuarios potenciales de un recurso que es escaso.

Características personales. Cuando los recursos se asignan con base en las características personales, quienes lo obtienen son solo aquellos que poseen las características “adecuadas”. Algunos de los recursos que más importancia tienen para nosotros se asignan de este modo.

Fuerza. La fuerza desempeña un papel fundamental tanto para bien como para mal en la asignación de recursos escasos. En el caso negativo como la guerra, esto es, el uso de la fuerza militar de un país en contra de otro, históricamente ha desempeñado un enorme papel en la asignación de recursos. La supremacía económica de los colonizadores europeos en el continente americano y Australia, se debe en gran parte al uso de este método.

El robo, tomar la propiedad de otros sin su consentimiento, también tiene un papel preponderante. Tanto el crimen organizado en gran escala como los delitos insignificantes en pequeña escala, asignan en conjunto miles de millones de dólares en recursos cada año. Sin embargo, la fuerza realiza un papel positivo crucial en la asignación de recursos, ya que ofrece al Estado un método eficaz para transferir la riqueza de ricos a pobres y otorga el marco legal dentro del cual tiene lugar el intercambio voluntario en los mercados.

En sentido más amplio, la fuerza del Estado resulta esencial para aplicar el principio del estado de derecho. Este principio es el fundamento de la vida económica (social y política) civilizada; con ello las personas pueden ocuparse de sus asuntos económicos cotidianos con la certeza de que su propiedad estará protegida (Parkin y Loria, 2010, págs. 108-109).

3.7. Investigación de operaciones

La otra forma de llevar a cabo la asignación de recursos es hacer uso de las herramientas que proporciona la investigación de operaciones. Actualmente existen técnicas en la investigación de operaciones que permiten resolver problemas de asignación de recursos en formas más particulares en todas las ramas de la producción.

El campo de la investigación de operaciones surgió durante la Segunda Guerra Mundial, cuando había una gran necesidad de administrar los escasos recursos. La Fuerza Aérea Británica formó el primer grupo que desarrollaría métodos cuantitativos para resolver estos problemas operacionales.

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, al generar modelos de optimización de recursos escasos. Entre estas técnicas esta la programación lineal (Taha, 2004, pág.8).

3.7.1. Programación Lineal

La programación lineal tiene una aplicación reconocida en diversas ramas de la ciencia debido a que tiene grandes ventajas, alguna de las cuales 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).

El auge de la programación lineal está asociado con la aparición de las computadoras, debido a la gran cantidad de operaciones que hay que realizar en problemas reales. Por otro lado, las nuevas técnicas de manejo de estructuras de datos son la base para aumentar la eficiencia de los métodos de solución de ese tipo de problemas (Hernández, 2007, págs. 10-11).

Mora (2004, pág. 7) señala que “la Programación lineal estudia y resuelve problemas dados por modelos matemáticos deterministas, con hipótesis de linealidad, aditividad y de no negatividad de las variables”.

La programación lineal al igual que la simulación, la programación dinámica o la programación estocástica, es un caso especial de la programación matemática. Se puede utilizar la programación lineal en aquellos problemas donde se trata de encontrar el máximo o mínimo de una función de tipo lineal, sujeta o limitada por algunas restricciones que, expresadas en forma de ecuaciones, también son de tipo lineal. La programación lineal también puede definirse como la técnica matemática para determinar la mejor asignación de los recursos limitados de la empresa, que implique alcanzar la posición más alta del objetivo que se persigue. Uno de los modelos de la programación lineal es el modelo de transporte.

El planteamiento matemático general de programación lineal ya se describió en el apartado de metodología (Taha, 2004: Págs.165-167)

3.7.2. Modelo de Transporte

El modelo de transporte es un problema especial de programación lineal, que sirve como aplicación para la planeación de distribución de bienes y servicios a partir de varios

lugares de suministro, hacia varios destinos. Plantea que uno de los objetivos del problema de transporte es minimizar el costo total de transportar ciertos artículos desde algún origen a varios destinos, teniendo en cuenta que la oferta es limitada en los orígenes, y se debe satisfacer la demanda en los destinos (Soler, et al., 2007, págs. 310-311).

De acuerdo con Moyo (1998) también se puede realizar el modelo si no está equilibrado, “El algoritmo de transporte se basa en la hipótesis de que el modelo está balanceado, es decir, que la demanda total es igual a la oferta total. Si el modelo está desbalanceado, siempre se podrá aumentar con una fuente ficticia o un destino ficticio para restaurar el equilibrio o balance”.

Estos modelos de transporte muestran los lugares mejor ubicados, a excepción de la cantidad disponible, la asignación de las cantidades de mercancías a cada uno de los destinos no es una restricción. Esto quiere decir que teóricamente cada uno de los orígenes puede proveer TODO, PARTE O NADA de su oferta, para satisfacer la demanda de los destinos o centros de consumo, indicando con ello cuales son los mejores lugares (Moyo, 1998: Págs. 17-18).

El costo de transporte es proporcional a la cantidad de unidades transportadas en determinada ruta.

El modelo de transporte se puede resolver como una programación lineal normal, su estructura especial permite desarrollar un algoritmo de cómputo, basado en el simplex, que usa la relación primal-dual para simplificar los cálculos. Busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes u orígenes a varios destinos. Los modelos de transporte son modelos deterministas, es decir, indica un conocimiento exacto y preciso de los coeficientes utilizados en la función objetivo y en las restricciones (Taha, 2004: Págs. 165-167).

3.7.3. Requerimientos del Modelo de transporte

Es necesario identificar cierta información para determinar el programa, como: la demanda de los consumidores, la capacidad de las unidades de producción y el costo de transporte desde cada planta hasta los consumidores.

Ya identificados los datos del problema se puede plantear el modelo. Para plantear un problema de programación lineal es necesario identificar los siguientes elementos: las variables de decisión del problema, la función objetivo, las restricciones lineales y las restricciones de no negatividad. Un destino puede recibir su cantidad demandada de uno o más orígenes.

El modelo de transporte puede representarse con m orígenes y n destinos. La cantidad de la oferta en el origen i es a_i y la demanda en el destino j es b_j . El costo de transporte unitario entre el origen i y el destino j es C_{ij} .

Si X_{ij} representa la cantidad transportada desde el origen i al destino j , entonces, el modelo general de programación lineal que representa el modelo de transporte es:

Minimizar

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \Rightarrow \text{función objetivo}$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq s_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ restricciones de oferta}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ restricciones de demanda}$$

Con $x_{ij} \geq 0$ para toda i y para toda j

En el modelo está implícito el equilibrio entre la oferta y la demanda

$$S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_m = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n$$

Para el caso donde la oferta es mayor que la demanda el modelo de transporte se representa como:

Minimizar

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \Rightarrow \text{función objetivo}$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq s_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ restricciones de oferta}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq d_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ restricciones de demanda}$$

Con $x_{ij} \geq 0$ para toda i y para toda j .

El primer conjunto de restricciones estipula que la suma de los envíos desde el origen no puede ser mayor que su oferta; en forma análoga, el segundo conjunto requiere que la suma de los envíos a un destino satisfaga su demanda.

El modelo implica que la oferta total $\sum_{i=1}^m a_i$ debe ser cuando menos igual a la demanda

total $\sum_{j=1}^n b_j$. Recordemos que cuando la oferta total es igual a la demanda total, la formulación resultante recibe el nombre de modelo de transporte equilibrado.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i=1,2,\dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j=1,2,\dots, n$$

Este difiere del modelo solo en el hecho de que todas las restricciones son ecuaciones (Soler et al., 2007, págs. 317-373).

Para resolver este tipo de problemas de transporte se han desarrollado algoritmos o procedimientos especiales a partir del Método Simplex de programación lineal.

3.8. Métodos de solución de los modelos

Un modelo matemático de decisión, por muy bien formulado que esté, no sirve de nada si no se puede encontrar una solución satisfactoria. Una de las características de la programación lineal es que gracias a sus propiedades matemáticas, se consigue la solución óptima sin muchas dificultades. Entre los métodos de solución más representativos está el método gráfico y el método simplex (Moyo, 1998: Págs. 17-18).

3.8.1. Método Gráfico

Este método es muy simple de utilizar y solo se aplica a problemas con dos variables. Su importancia radica en la utilidad que brinda para entender las propiedades matemáticas de la programación lineal.

Para encontrar la solución del método gráfico, primero se forma un conjunto convexo con las restricciones del modelo. Después se dibuja la función objetivo fuera del

conjunto convexo, dando un valor arbitrario al propio objetivo y se va desplazando paralelamente (tiene pendiente constante) hasta encontrarse con un punto extremo. Sea cual sea la función objetivo lineal, la solución óptima se encontrará en un punto extremo, como mínimo. Esto reduce bastante el espectro de soluciones del problema, limitando la búsqueda del óptimo a los puntos extremos (Serra, 2004, págs. 39-44).

3.8.2. Método Simplex

El método simplex fue creado en 1947 por el Matemático George Dantzig, desde entonces este método se utiliza para resolver problemas de programación lineal en los que intervienen más de tres variables; es un método algebraico iterativo para resolver cualquier modelo de programación lineal, es un procedimiento que examina paso a paso soluciones posibles y que se va aproximando a la solución óptima, de una forma sistemática.

Este método considera las siguientes fases:

1. Convertir las desigualdades en igualdades
2. Igualar la función objetivo a cero
3. Escribir la tabla inicial simplex. En las columnas aparecerán partiendo del valor de la función objetivo en un vértice cualquiera, el método consiste en buscar sucesivamente otro vértice.
4. Encontrar la variable de decisión que entra en la base y la variable de holgura que sale de la base (López, 1993, págs. 30- 37).

3.8.3. Dualidad en la programación lineal

Dado un modelo lineal determinado, se puede definir otro modelo lineal que nos permita obtener propiedades interesantes del primero y que será su dual. La solución del modelo dual permite obtener interesantes resultados, relativos al análisis de sensibilidad de los términos independientes. Más concretamente, para los rangos de valores de los términos independientes para los que se mantiene la base óptima (que podemos conocer mediante el análisis de sensibilidad), la solución del dual nos permite

conocer el precio sombra de la restricción, que será la variación **de la función objetivo por unidad incrementada del término independiente de la restricción** (Sallán et al., 2005: Págs. 55-60). El precio sombra es el cambio de valor de la función objetivo por el incremento de una unidad de un recurso escaso (Render et al., 2006: Pág. 366).

3.8.4. Interpretación de las variables duales: Precios Sombra

Cada variable del dual está asociada a una restricción del programa primal, y su valor óptimo representa el incremento de la función objetivo del primal por cada unidad que aumente el término independiente de dicha restricción, siempre que este último aumento no suponga un cambio de base (Sallán et al., 2005: Págs. 62). Es, por tanto, el precio adicional máximo que estamos dispuestos a pagar por el incremento del recurso. Los valores de estas variables se denominan precios sombra. De manera analítica, podemos escribir que la variable dual de la restricción i se representará:

$$u^*_i = \Delta x / \Delta y$$

Los precios sombra obtenidos a partir del óptimo del dual serán válidos siempre que no varíe la base óptima. En consecuencia, los resultados obtenidos del dual están íntimamente ligados al análisis de sensibilidad de los términos independientes.

3.8.5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es el estudio de la forma en la que se afecta la solución óptima al presentarse cambios en los coeficientes de un programa lineal.

Utilizando éste análisis podemos responder a preguntas como las siguientes:

¿Cómo afectará a la solución óptima un cambio en uno de los coeficientes de la función objetivo?

¿Cómo afectará a la solución óptima un cambio en el valor del segundo elemento de una restricción? (Bustos, 2010: Págs. 13-15)

El análisis de sensibilidad estudia los intervalos para los cuales las modificaciones de un valor (coeficientes de la función objetivo o término independiente) en el programa lineal, de forma individualizada, no cambian las variables que componen la base de la

solución. Hallando, para el rango de valores definido en el intervalo, la evolución de la función objetivo (expresado a través de los precios sombra).

3.8.6. Análisis de Postoptimalidad.

Dado que el análisis de sensibilidad se ocupa de la forma en que los cambios anteriores afectan a la solución óptima, el análisis no comienza hasta que se obtiene, precisamente, la solución óptima al problema de programación lineal original.

Por esto último al análisis de sensibilidad con frecuencia se le denomina análisis de postoptimalidad.

Así pues, pese al cambio en alguno de los parámetros de la formulación original que dan paso a un nuevo problema, no sería necesario volver a resolver el problema desde el principio.

La principal razón de la importancia del análisis de sensibilidad para quienes toman las decisiones es que los problemas reales ocurren en un medio ambiente dinámico. Los precios de las materias primas varían, la demanda fluctúa, las empresas sustituyen maquinaria y mano de obra, etc.

Si se ha utilizado un modelo de programación lineal en un entorno de este tipo (dinámico), puede esperarse que con el paso del tiempo algunos de los coeficientes cambien. Los administradores desearán determinar la forma en que esos cambios afectan a la solución óptima del problema de programación lineal original (Sallán et al., 2005, págs. 55-63).

3.8.7. Resolución de modelos con software de optimización

Hoy en día los sistemas computacionales han avanzado en tal medida, que se pueden resolver problemas matemáticos, no siendo de importancia la cantidad de variables que se requiera. Como los problemas reales tienen cientos o miles de variables y restricciones, en la práctica la resolución se realiza mediante la utilización de software de optimización. Actualmente existe una gran variedad de software que nos permite resolver problemas de programación lineal.

Entre los software destaca el QSB PLUS (Quantitative Systems for Business) por su fácil manejo y sus buenas prestaciones para el aprendizaje de los conceptos básicos de la programación lineal y los algoritmos de resolución. Además, dispone de opciones que permiten resolver casos particulares de programación lineal mediante algoritmos específicos, tales como problemas de transporte, asignación y problemas de redes. Por último, también resuelve modelos de programación entera, programación de proyectos y teorías de juegos, entre otras técnicas de Investigación Operativa.

Maroto (2010) describe que entre el software profesional destaca LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer), el cual fue desarrollado por Linus Schrage en 1986. Explica que LINDO incorpora un lenguaje de generación de modelos y los optimizadores para resolver modelos de programación lineal, entera y no entera y que la incorporación de las prestaciones que permiten generar fácilmente grandes modelos, su disponibilidad para distintas plataformas de hardware (PC, Mac y Workstation), así como su creciente utilización en libros de Investigación Operativa, como el de Winston en 1994 y el de Hillier y Liberman en 2001, han constituido las principales razones para seleccionar el citado software con fines docentes para las asignaturas de Investigación Operativa.

También resalta que las últimas versiones de hoja de cálculo tan conocidas como Lotus 1-2-3, Excel y Quattro Pro, permiten resolver problemas de programación lineal y que LINDO Systems dispone de un paquete denominado What's Best, que puede resolver problemas lineales y no lineales con formato hoja de cálculo (Maroto, 2010, págs. 50-51).

3.8.8. Estudios relevantes

En estudios previos como los realizados por Ferrer et al. (2004) en el que, utilizando un modelo de transporte mediante programación lineal entera, para la formulación en una flota limitada de vehículos, con datos proporcionados por una empresa del sector textil, se concluye que el modelo presentado resulta ser adecuado para modelar las empresas caracterizadas y ha permitido diseñar e implementar un procedimiento exacto para la programación de la distribución del producto de la empresa.

También estos estudios se aplican a la agricultura para la optimización de recursos como trabajo, tierra o capital, como lo presentan Godínez et al. (2007). Ellos realizaron un estudio que tuvo como objetivo principal estimar el valor económico del agua para riego de bombeo y gravedad, a fin de dar recomendaciones de política que contribuyan a hacer un uso más eficiente del recurso en el sector agrícola de la Comarca Lagunera. Se hizo uso de los conceptos de precio sombra y productividad marginal para estimar el valor económico del agua de riego. Dichos conceptos los calcularon con dos modelos:

a) Un modelo de programación lineal que asigna recursos escasos (mano de obra, tierra y agua) entre distintas actividades y b) una función de producción que relaciona el beneficio neto de la producción agrícola con el volumen de agua de bombeo y gravedad.

Los resultados del modelo de programación lineal indican que si los recursos disponibles se usaran de manera óptima, el ingreso de los productores sería superior en 17% al ingreso que se obtiene utilizando el patrón actual de cultivos.

Por su parte Medina et al. (2007) lo aplicaron para la optimización del recurso mano de obra, donde se utiliza un modelo de transporte para la asignación de trabajos a máquinas, considerando prioridades especificadas por planeadores de una empresa manufacturera, que consistió en órdenes de trabajo de una sola operación, además se catalogó dentro del tipo de máquinas multipropósito. La prioridad no estuvo basada en la velocidad de las máquinas; ya que ésta característica no fue significativa en este caso, sino más bien en las características técnicas de la máquina que la hacen idónea para llevar a cabo un trabajo dado con calidad y con los mejores ajustes. El modelo proporciona una tabla óptima de asignación de trabajos, sin hacer una inversión de un software especializado, ya que funciona en base a los requerimientos especificados al utilizarse Premium Solver de Excel.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Procesamiento de la información para el mercado cerrado y abierto

La aplicación de este proceso metodológico permitió obtener la información manera rápida y confiable primero para un modelo de mercado cerrado, donde solo se considera la producción y consumo nacional. Para la formulación del modelo se requiere conocer las variables de decisión como es la función objetivo y las restricciones de oferta y demanda. Para definir la función objetivo deben conocerse todos los costos de transporte de cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos. En las restricciones de oferta, los orígenes y cantidades disponibles y, en las de demanda, los destinos y las cantidades demandas.

En el año 2010, en el país, según la SAGARPA-SIAP (2010), de los treinta y un estados y el Distrito Federal (D.F.) se cultivó cebolla en 25 de ellos; La producción fue de 1,266,164.99 ton. producción que superó al consumo nacional de este mismo año, teniendo en el país un excedente en la producción de 446,839.57 ton.

Las entidades de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Nuevo León y el D.F. no tuvieron producción, y en 15 estados que sí producen cebolla no cubren su demanda. Al descontarle a su producción la demanda interna, se observa que tienen un requerimiento por cubrir de 485,892.50 ton., por lo que requieren de la oferta de otros estados para satisfacerla.

4.2. Identificación de áreas productoras, centros de consumo y costos unitarios de transporte (de origen a destino)

4.2.1. Áreas productoras y centros de consumo

Los principales Estados productores de cebolla fueron: Chihuahua, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Zacatecas y Guanajuato; estos seis estados produjeron el 73.2% de la producción total nacional, que fue de 1,266,164.99 ton., como se muestra en el Cuadro 1.

Morelos, San Luis Potosí, Puebla y Sonora concentran el 20% de la producción y el 6.8% restante lo producen las otras 15 entidades.

Cuadro 1. Producción, consumo y disponibilidad total de cebolla, por Estado para el año 2010.

Estado	Producción (ton)		Total de consumo Ton	Disponible (ton)
	Obtenida	Población		
AGUASCALIENTES	3571	1184996	8642.7565	-5071.76
BAJA CALIFORNIA	195702.14	3155070	23011.47	172690.67
BAJA CALIFORNIA SUR	2288.75	637026	4646.14	-2357.39
CHIAPAS	3088	4796580	34983.81	-31895.81
CHIHUAHUA	205415.83	3406465	24845.02	180570.81
COAHUILA	3120.62	2748391	20045.36	-16924.74
COLIMA	324	650555	4744.82	-4420.82
DURANGO	6276.45	1632934	11909.79	-5633.34
GUANAJUATO	112369	5486372	40014.80	72354.20
GUERRERO	330.08	3388768	24715.95	-24385.87
HIDALGO	884	2665018	19437.28	-18553.28
JALISCO	38887.55	7350682	53612.13	-14724.58
MÉXICO	9236.54	15175862	110685.00	-101448.46
MICHOACÁN	135579.03	4351037	31734.24	103844.79
MORELOS	81468	1777227	12962.19	68505.81
NAYARIT	186	1084979	7913.28	-7727.28
OAXACA	1106.7	3801962	27729.57	-26622.87
PUEBLA	56005.84	5779829	42155.13	13850.71
QUERÉTARO	8838	1827937	13332.04	-4494.04
SAN LUÍS POTOSÍ	70802.5	2585518	18857.45	51945.05
SINALOA	5606.21	2767761	20186.64	-14580.43
SONORA	45889.62	2662480	19418.77	26470.85
TAMAULIPAS	141970.58	3268554	23839.17	118131.41
TLAXCALA	1978.59	1169936	8532.92	-6554.33
ZACATECAS	135239.96	1490668	10872.17	124367.79
CAMPECHE	0	822441	5998.47	-5998.47
D.F.	0	8851080	64555.26	-64555.26
NUEVO LEÓN	0	4653458	33939.95	-33939.95
QUINTANA ROO	0	1325578	9668.09	-9668.09
TABASCO	0	2238603	16327.23	-16327.23
VERACRUZ	0	7643194	55745.56	-55745.56
YUCATÁN	0	1955577	14262.98	-14262.98
TOTAL	1,266,164.99	112,336,538	819,325.42	446839.57

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP (2010) y CONAPO (2010).

Cabe mencionar que la producción se concentra principalmente en la parte norte del país, en los Estados de Baja California, (16.22%), Chihuahua (15.45%), Tamaulipas

(11.21%), y Zacatecas (10.68%); la producción en Sonora (3.62%) no es tan elevada como en los anteriores, pero juntos concentran más de la mitad (57.19%) de la producción total nacional.

También son importantes los estados que se ubican en el centro del país: Michoacán (10.70%), Guanajuato (8.87%), San Luis Potosí (5.59%), Morelos (6.43%) y Puebla (4.42%). Estos cinco estados tienen el 36% de la producción nacional.

En solo 10 estados del país se produce el 93.23% del total de la producción nacional, y son ellos los que tienen la capacidad de ofrecer sus excedentes a los otros estados demandantes.

Su oferta disponible es de 932,732.09 ton. y juntos alcanzan a cubrir la demanda de los que no pueden cubrir su necesidad de consumo, ya que tienen un excedente de producción de 446,839.59 ton., lo que les permite enviar a los mercados internacionales o industrializar la cebolla para consumo nacional o extranjero.

Para el 2010 la superficie total sembrada de cebolla en el país fue de 43,614.12 hectáreas; 1,512 has menos que el año anterior, y el rendimiento también fue menor (28.24 ton/ha, contra 29.12 ton/ha).

En los estados del norte es donde se encuentra más de la mitad de la superficie sembrada y los mejores rendimientos, los que están por arriba del promedio nacional; en dichos estados se concentran los mayores volúmenes de producción y los mayores excedentes, debido también a que en ellos se localiza una menor concentración de personas.

En los estados productores del centro del país se tuvo casi el 40% de la superficie cosechada y el 36% de la producción. Estas entidades se encuentran ubicadas más cerca de los lugares de consumo.

La demanda de cebolla en el país se concentra en aquellos estados con grandes centros urbanos. Según CONAPO, en el año 2010 se encontró que la población nacional fue de 112,336,538 habitantes, concentrándose en el Estado de México un 13.51%; en el Distrito Federal 7.87% (éstas dos entidades se analizaron juntas debido a su cercanía y porque al calcular sus costos, resultaron iguales); en Veracruz fue de 6.8% y en Jalisco de 6.5%.

El consumo per cápita de cebolla en el país es de 7.29 kg. por persona. Este dato se obtiene dividiendo el consumo aparente nacional de cebolla reportado por el INIFAP (2005), que fue de 750,000, ton. entre la población de ese año, que según estimaciones preliminares del CONAPO fue de 102,831,409 habitantes.

Consumo Nacional Aparente / Población Nacional = Consumo per cápita
 $750,000 \text{ ton} / 102,831,409 \text{ personas} = 0.00729 \text{ ton} = 7.29 \text{ Kg./persona}$

Para calcular la demanda total por estado, se multiplicó el dato de población de cada uno de los estados, por el consumo per cápita y se obtuvo que en el país la demanda total de cebolla, para el año de estudio, fue de 819,325.42 ton.

La demanda del Estado de México y el Distrito Federal fue del 21% y para Veracruz, Jalisco, Puebla y Guanajuato, del 23.8%. Estos seis estados demandaron más del 44.8% de la cebolla y el volumen de consumo fue de 366,767.87 ton. En ninguno de ellos su producción alcanza a cubrirla; por lo que son grandes demandantes de esta hortaliza.

Chiapas, Oaxaca, Nuevo León y Guerrero demandan el 15.76% del total y su producción es poco significativa, por lo que requieren los excedentes de estados oferentes. En estos ocho estados está concentrado el 54.60% de la demanda total del país.

En los estados de Puebla, Guanajuato y Michoacán, que consumen el 14% de la demanda, tienen suficiente producción para cubrirla y poder ofrecer sus excedentes, por lo que en ellos no hay necesidad de trasladar la producción de otros centros productores, como se requiere en los ocho estados anteriores.

En Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas se tienen centros consumidores importantes y están relativamente cerca los estados oferentes; pero no sucede lo mismo con los estados del sur que en la mayoría de ellos no se produce esta hortaliza o se produce poco y no alcanzan a cubrir sus requerimientos. Los centros de abasto para ellos se encuentran lejos, como es el caso de la Península en que los más cercanos son los estados de Puebla y Morelos. Los que se encuentran en la parte centro del país, tienen mejor situación en cuanto a abasto.

Al considerar la producción de cada Estado y restarle el consumo interno que tiene cada uno de ellos, resulta que en el país se tienen 10 Estados con posibilidad de ofrecer cebolla a otros, o enviarla al exterior y 21 estados, incluyendo al Distrito Federal y al Estado de México, tienen demanda, los cuales pueden abastecerse del país.

Cuadro 2. Estados origen y destino en función de su disponibilidad de cebolla

Estados origen	Oferta	Estados destino	demanda
(ton)	Ton	(ton)	ton
1- BAJA CALIFORNIA	172690.67	MÉXICO-	101448.46
2- CHIHUAHUA	180570.81	1 DISTRITO FEDERAL	64555.26
3- ZACATECAS	124367.79	2 VERACRUZ	55745.56
4- TAMAULIPAS	118131.41	3 NUEVO LEÓN	33939.95
5-GUANAJUATO	72354.2	4 CHIAPAS	31895.81
6- MICHOACÁN	103844.79	5 OAXACA	26622.87
7- MORELOS	68505.81	6 GUERRERO	24385.87
8- SAN LUIS POTOSÍ	51945.05	7 JALISCO	14724.58
9.- PUEBLA	13850.71	8 HIDALGO	18553.28
10- SONORA	26470.85	9 TABASCO	16327.23
TOTAL	932732.09	10 COAHUILA	16924.74
OFERTA		11 YUCATÁN	14262.98
		12 QUINTANA ROO	9668.09
		13 QUERÉTARO	4494.04
		14 NAYARIT	7727.28
		15 DURANGO	5633.34
		16 TLAXCALA	6554.33
		17 CAMPECHE	5998.47
		18 AGUASCALIENTES	5071.76
		19 COLIMA	4420.82
		BAJA CALIFORNIA	
		20 SUR	2357.39
		21 SINALOA	14580.43
		TOTAL	485,892.52

Fuente: Elaboración propia con Datos de SAGARPA-SIAP (2010).

Los 10 estados con exceso de producción son considerados en el modelo de transporte de costo mínimo, como los orígenes, los cuales son: Baja California, Chihuahua, Zacatecas, Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Puebla y Sonora y los estados demandantes, que serán los destinos, son 21: el Distrito Federal y el Estado de México (se considera un solo destino), Veracruz, Nuevo León, Chiapas,

Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Hidalgo, Tabasco, Coahuila, Yucatán, Quintana Roo, Querétaro, Nayarit, Durango, Tlaxcala, Campeche, Aguascalientes, Colima, Baja California Sur y Sinaloa (Véase Cuadro 2).

En cada uno de estos estados se tomó una sola ciudad tanto para los orígenes como para los destinos.

El orden de los orígenes y destinos descritos en el Cuadro 2 es el que tendrán en el modelo; por ejemplo el origen 1 es Baja California y el origen 10 es Sonora y es semejante para los destinos y están representados en el modelo por las Xij.

Los estados origen tienen una oferta total disponible de 932,732.09 ton para ofrecer y la demanda insatisfecha en los estados demandantes es de 485,892.52. Por lo que hay un exceso de oferta de 446 839.57 ton. para exportar o transformar. Este excedente requiere que el modelo a formular sea excedentario y las restricciones de oferta sean desigualdades mayores que ($\leq$); y las restricciones de demanda sean igualdades.

4.2.2. Costos unitarios de transporte (de origen a destino)

Hasta aquí se cuenta con las cantidades a_i y b_j por lo que se requiere determinar ahora las ciudades que representen a los puntos de origen y a las áreas consumidoras de destino.

En los estados oferentes se definió una sola ciudad y es considerada como punto de partida u origen y son: Ensenada, B. C., Chihuahua, Chih., Zacatecas, Zac., Matamoros, Tam., Celaya, Gto., Morelia, Mich., Cuautla, Mor., San Luis Potosí, S. L. P., Puebla, Pue., y Nogales, Son.

En la selección de las ciudades origen se utilizaron los siguientes criterios: la cercanía de la ciudad seleccionada a la zona productora más importante del estado, o bien, que sea una ciudad intermedia entre las zonas productoras de la entidad y además de que se contara con información confiable sobre los costos de transporte.

Para la cebolla las entidades con cantidad disponible para salir a los centros consumidores fueron diez. Baja California tiene dos regiones agropecuarias, la del Valle de Mexicali y la zona de la Costa que comprende los municipios de Tijuana, Tecate y Ensenada; se seleccionó la ciudad de Ensenada.

En Puebla las localidades de Cholula, Tecamachalco e Izúcar de Matamoros tienen importantes niveles de producción por lo que se tomó como punto intermedio a la ciudad de Puebla.

En Chihuahua la zonas productoras están en la región de Delicias, Camargo y Jiménez, áreas cercanas a la ciudad de Chihuahua; en Morelos se consideró a Cuautla como origen por ser la más cercana a la región oriente y a Atlacholoaya zona de mayor producción.

En San Luis Potosí se consideró a la capital como origen por estar situadas a su alrededor las zonas productoras; en Sonora los lugares más destacados en la actividad agrícola son Valle del Yaqui, del Mayo, Valle de Guaymas, la Costa de Hermosillo, Costa de Caborca y Valle de San Luis Río Colorado, de donde se seleccionó a la ciudad de Nogales.

En Michoacán la producción se concentra en la región de Ciénega de Chapala que comprende 17 municipios, con centro en Morelia. Tamaulipas tiene tres zonas productoras, la franja fronteriza, la zona central y sur, de las cuales se seleccionó la ciudad de Matamoros (SAGARPA-SIAP 2010).

De cada una de estas ciudades origen se enviará la producción a las ciudades consideradas como puntos de llegadas o los destinos ellas son: México-D.F., Coatzacoalcos, Ver., Monterrey, N.L., Tuxtla Gutiérrez, Chis., Oaxaca, Oax., Acapulco, Gro., Guadalajara, Jal., Pachuca, Hgo., Villahermosa, Tab., Torreón, Coahuila, Mérida, Yuc., Cancún, Q.R., Querétaro, Qro., Tepic, Nay., Culiacán, Sin., Durango, Dgo., Apizaco, Tlax., Campeche, Camp., Aguascalientes, Ags., Manzanillo, Col. y La Paz, B.C. (INEGI, s.f.).

Los destinos se determinaron con un criterio diferente, en cada entidad demandante se identificaron los núcleos poblacionales más importantes, que en muchos de los casos es donde están los centros de abasto y además de que contara con información para el cálculo de los costos de transporte.

De cada una de las áreas de producción sólo se consideró una ciudad como origen y de cada región consumidora sólo una ciudad como destino.

Cuadro 3. Municipios de destino más poblados del país y centrales de abasto.

Estado	Municipio más poblado	Habitantes	C. de abasto	Estado	Municipio más poblado	Habitantes	C. de abasto
Aguascalientes	Aguascalientes	797010	De Aguascalientes	Morelos	Cuernavaca	365168	De Cuautla
Baja California	Tijuana	1559683	India, Tijuana	Nayarit	Tepic	380249	Adolfo López M., Tepic
B. California Sur	La Paz	251871	U. de Com. La Paz Mdo. Pedro Sáinz de Baranda, Camp.	Nuevo León	Monterrey	1135512	De Guadalupe, N. L.
Campeche	Campeche	259005	de Tuxtla Gtz.	Oaxaca	Oaxaca de J.	263357	Mdo. de A. de Oaxaca
Chiapas	Tuxtla Gtz.	553374	De Chihuahua	Puebla	H. Puebla de Z.	1539819	De Puebla
Chihuahua	Chihuahua*	819543	De la Laguna, T.	Querétaro	S. Juan del Río*	241699	Mdo. de A. de Qro.
Coahuila	Torreón*	639629	C. de Dist. de Col.	Quintana Roo	B. J. Cancún	661176	Mdo. de Chetumal
Colima	Manzanillo	161420	De Iztapalapa	San Luis Potosí	S. Luis Potosí	772604	De San Luis Potosí
Distrito Federal	Del. Iztapalapa	1815786	Francisco Villa	Sinaloa	Culiacán	858638	De Culiacán
Durango	Durango	582267	Mdo. de Irapuato	Sonora	Nogales*	220292	De Cd. Obregón
Guanajuato	Irapuato*	529440	De Acapulco	Tabasco	Villahermosa	640359	De Villahermosa
Guerrero	Acapulco de J.	789971	De Pachuca	Tamaulipas	Tampico	297284	Mdo. de A. de Tampico
Hidalgo	Pachuca	267862	De Guadalajara	Tlaxcala	Apizaco	76492	Mdo. de Apizaco
Jalisco	Guadalajara	1495189	De Toluca	Veracruz	Veracruz	552156	Mdo. Malibrán
México	Toluca*	819561	De Morelia	Yucatán	Mérida	830732	De Mérida
Michoacán	Morelia	729279		Zacatecas	Zacatecas	138176	Mdo. de A. de Zacatecas

Fuente: Elaboración propia con datos de Sniim e Inegi. * Están en 2° lugar en número.

El transporte utilizado para desplazar estos productos es muy variado en forma y tamaño por lo que sería muy difícil calcular los costos de cada una de estas formas, en este trabajo se consideró sólo un medio de transporte para el cálculo de los costos. Se empleó un tracto camión de 28 ton como unidad de producto a transportar y de la empresa “fletes.com” proporcionó los datos de costo del viaje de cada una de las rutas consideradas en el estudio. El costo de transporte por tonelada se obtuvo al dividir el costo de transporte por viaje de cada origen a cada destino entre 28 ton (se consideró un tráiler caja seca con capacidad de 28 ton con medidas de aproximadamente 14.4 x 2.82 x 2.52 m).

Cada uno de estos valores está representado en la función objetivo por los C_{ij} .

Los costos de trasporte de cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos se muestran en el Cuadro 4. Y en total son 210 datos para el primer modelo.

Cuadro 4.- Costos de transporte de origen a destino mercado cerrado (pesos /ton).

	ORIGEN/DESTINO	ENSENADA	CHIHUAHUA	ZACATECAS	MATAMOROS	CELAYA	MORELIA	CUAUTLA	SAN LUIS		HERMOSILLO
									POTOSÍ	PUEBLA	
1	CD. MÉXICO	1482.14	912.5	542.86	798.57	260.71	314.29	185.36	400.00	242.86	1189.29
2	COATZACOALCOS	1874.73	1082.68	649.45	699.36	455.89	484.99	411.60	532.91	340.46	1523.21
3	CD. MONTERREY	1158.50	535.71	297.89	212.14	371.50	555.07	530.89	339.29	625.00	840.54
4	TUXTLA										
4	GUTIÉRREZ	1994.68	1357.14	777.86	827.68	583.93	613.39	436.74	660.54	383.57	1641.43
5	OAXACA	1795.60	1011.43	578.57	717.32	385.18	414.11	316.87	462.32	246.43	1442.14
6	ACAPULCO	1609.00	985.18	502.50	766.07	437.00	678.57	235.71	394.00	307.14	1372.50
7	GUADALAJARA	1168.50	410.00	241.57	535.71	267.86	200.18	571.43	251.07	460.75	840.50
8	PACHUCA	1569.12	774.64	455.00	651.43	197.14	251.43	149.45	300.00	102.14	1215.54
9	VILLAHERMOSA	1816.86	1162.50	681.00	779.46	500.00	527.50	388.68	572.50	447.14	1593.21
10	TORREÓN	995.59	335.71	267.36	468.57	381.50	418.00	590.33	397.64	594.11	664.29
11	MÉRIDA	2084.07	1448.57	952.50	1066.07	767.50	799.00	674.98	1000.00	875.00	1884.11
12	CANCÚN	2403.75	1621.61	1188.75	1238.57	994.82	1024.29	848.04	1071.96	839.29	2052.32
13	QUERÉTARO	1352.07	658.93	280.25	535.71	90.00	128.25	230.27	138.43	235.71	1095.00
14	TEPIC	1066.37	658.39	377.96	732.86	358.29	337.25	461.75	388.14	471.43	789.11
15	CULIACÁN	882.31	559.29	448.10	781.48	553.93	537.22	733.23	577.44	742.79	530.79
16	DURANGO	1156.86	491.43	214.25	494.07	478.57	398.56	540.44	351.39	544.19	780.21
17	APIZACO	1620.00	818.04	385.18	520.71	255.00	309.29	451.43	357.86	89.29	1077.32
18	CAMPECHE	2147.14	1365.00	931.61	981.43	738.21	767.14	590.89	815.36	537.86	1795.18
19	AGUASCALIENTES	1285.50	508.93	120.14	463.39	172.36	222.57	429.29	139.11	447.14	1025.89
20	MANZANILLO	1315.68	797.68	443.34	701.93	423.43	678.57	513.38	589.29	625.00	1055.99
21	LA PAZ	698.00	1560.54	1875.60	2156.90	2026.50	2012.89	2350.53	1971.60	2362.24	1238.02

Fuente: Elaboración Propia con datos de Portal Electrónico Fletes. com

4.3. Diseño del modelo de transporte para mercado cerrado

Para la elaboración del primer modelo se considera un mercado cerrado, donde los orígenes solo distribuyen su producción excedente en los destinos demandantes del país y el modelo puede tomar todo, parte o nada de la producción de los oferentes al realizar las iteraciones, por tanto quedarán Estados en el que su sobrante sea cero, otros les sobraré parte y algunos quedarán con toda su producción excedente sin distribuir.

Al elaborar la función objetivo se consideran los costos de transporte C_{ij} de los orígenes (m) a cada uno de los destinos (n), multiplicado por la cantidad (X) que debería de enviarse a cada uno de ellos y se representa con X_{mn} . La función objetivo está formada

por 210 términos, que son 10 estados oferentes y los 21 estados demandantes, como se muestra en el siguiente modelo.

MIN

$$Z = CX_{11} + CX_{12} + CX_{13} + CX_{14} + CX_{15} + \dots + CX_{mn}$$

Modelo de mercado cerrado

La función objetivo se define como:

$$\begin{aligned}
 &1482.14X_{11} + 1874.73X_{12} + 1158.5X_{13} + 1994.68X_{14} + 1795.60X_{15} + 1609X_{16} + 1168.5X_{17} \\
 &+ 1569.12X_{18} + 1816.85X_{19} + 995.58X_{110} + 2084.07X_{111} + 2403.75X_{112} + 1352.07X_{113} + 1 \\
 &066.36X_{114} + 882.30X_{115} + 1156.86X_{116} + 1620X_{117} + 2147.14X_{118} + 1285.5X_{119} + 1315. \\
 &67X_{120} + 698X_{121} + \\
 &912.5X_{21} + 1082.67X_{22} + 535.71X_{23} + 1357.14X_{24} + 1011.42X_{25} + 985.17X_{26} + 410X_{27} + 77 \\
 &4.64X_{28} + 1162.5X_{29} + 335.71X_{210} + 1448.57X_{211} + 1621.60X_{212} + 658.92X_{213} + 658.39X_{2} \\
 &14 + 559.28X_{215} + 491.42X_{216} + 818.03X_{217} + 1365X_{218} + 508.92X_{219} + 797.67X_{220} + 1560 \\
 &.53X_{221} + \\
 &542.85X_{31} + 649.45X_{32} + 297.89X_{33} + 777.85X_{34} + 578.57X_{35} + 502.5X_{36} + 241.57X_{37} + 455 \\
 &X_{38} + 681X_{39} + 267.357X_{310} + 952.5X_{311} + 1188.75X_{312} + 280.25X_{313} + 377.96X_{314} + 448. \\
 &09X_{315} + 214.25X_{316} + 385.17X_{317} + 931.60X_{318} + 120.14X_{319} + 443.34X_{320} + 1875.59X_{3} \\
 &21 + \\
 &798.57X_{41} + 699.36X_{42} + 212.14X_{43} + 827.67X_{44} + 717.32X_{45} + 766.07X_{46} + 535.71X_{47} + 65 \\
 &1.42X_{48} + 779.46X_{49} + 468.57X_{410} + 1066.07X_{411} + 1238.57X_{412} + 535.71X_{413} + 732.85X_{4} \\
 &14 + 781.47X_{415} + 494.06X_{416} + 520.71X_{417} + 981.42X_{418} + 463.39X_{419} + 701.92X_{420} + 21 \\
 &56.90X_{421} + \\
 &260.71X_{51} + 455.89X_{52} + 371.5X_{53} + 583.92X_{54} + 385.17X_{55} + 437X_{56} + 267.85X_{57} + 197.14 \\
 &X_{58} + 500X_{59} + 381.5X_{510} + 767.5X_{511} + 994.82X_{512} + 90X_{513} + 358.28X_{514} + 553.92X_{515} \\
 &+ 478.57X_{516} + 255X_{517} + 738.21X_{518} + 172.35X_{519} + 423.42X_{520} + 2026.5X_{521} + \\
 &314.28X_{61} + 484.98X_{62} + 555.07X_{63} + 613.39X_{64} + 414.10X_{65} + 678.57X_{66} + 200.17X_{67} + 25 \\
 &1.42X_{68} + 527.5X_{69} + 418X_{610} + 799X_{611} + 1024.28X_{612} + 128.25X_{613} + 337.25X_{614} + 537. \\
 &21X_{615} + 398.56X_{616} + 309.28X_{617} + 767.14X_{618} + 222.57X_{619} + 678.57X_{620} + 2012.89X_{6} \\
 &21 + \\
 &185.35X_{71} + 411.6X_{72} + 530.89X_{73} + 436.73X_{74} + 316.87X_{75} + 235.71X_{76} + 571.42X_{77} + 149 \\
 &.45X_{78} + 388.68X_{79} + 590.32X_{710} + 674.98X_{711} + 848.03X_{712} + 230.27X_{713} + 461.74X_{714} +
 \end{aligned}$$

733.22X715+540.44X716+451.42X717+590.89X718+429.28X719+513.38X720+2350.53X721+

400X81+532.91X82+339.28X83+660.53X84+462.32X85+394X86+251.07X87+300X88
+572.5X89+397.64X810+1000X811+1071.96X812+138.42X813+388.14X814+577.43X
815+351.39X816+357.85X817+815.35X818+139.10X819+589.28X820+1971.59X821+
242.85X91+340.45X92+625X93+383.57X94+246.42X95+307.14X96+460.75X97+102.1
4X98+447.14X99+594.10X910+875X911+839.28X912+235.71X913+471.42X914+742.
78X915+544.18X916+89.28X917+537.85X918+447.14X919+625X920+2362.23X921+
1189.28X101+1523.21X102+840.53X103+1641.42X104+1442.14X105+1372.5X106+8
40.5X107+1215.53X108+1593.21X109+664.28X1010+1884.10X1011+2052.32X1012+
1095X1013+789.10X1014+530.79X1015+780.21X1016+1077.32X1017+1795.17X1018
+1025.89X1019+1055.98X1020+1238.02X1021

SUBJECT TO

$$X_{m1}+X_{m2}+X_{m3}+X_{m4}+X_{m5}+\dots\dots\dots+X_{mn}\leq Y_m$$

Las 10 restricciones de oferta (orígenes) para el modelo quedan definidas como:

$$X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X110+X111+X112+X113+X114+X115+X116+X117+X118+X119+X120+X121\leq 172690.67$$

$$X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29+X210+X211+X212+X213+X214+X215+X216+X217+X218+X219+X220+X221\leq 180570.81$$

$$X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X39+X310+X311+X312+X313+X314+X315+X316+X317+X318+X319+X320+X321\leq 124367.79$$

$$X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48+X49+X410+X411+X412+X413+X414+X415+X416+X417+X418+X419+X420+X421\leq 118131.41$$

$$X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X59+X510+X511+X512+X513+X514+X515+X516+X517+X518+X519+X520+X521\leq 72354.20$$

$$X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+X68+X69+X610+X611+X612+X613+X614+X615+X616+X617+X618+X619+X620+X621\leq 103844.79$$

$$X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X79+X710+X711+X712+X713+X714+X715+X716+X717+X718+X719+X720+X721\leq 68505.81$$

$$X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+X88+X89+X810+X811+X812+X813+X814+X815+X816+X817+X818+X819+X820+X821\leq 51945.05$$

$$X_{91}+X_{92}+X_{93}+X_{94}+X_{95}+X_{96}+X_{97}+X_{98}+X_{99}+X_{910}+X_{911}+X_{912}+X_{913}+X_{914}+X_{915}+X_{916}+X_{917}+X_{918}+X_{919}+X_{920}+X_{921}\leq 13850.71$$

$$X_{101}+X_{102}+X_{103}+X_{104}+X_{105}+X_{106}+X_{107}+X_{108}+X_{109}+X_{1010}+X_{1011}+X_{1012}+X_{1013}+X_{1014}+X_{1015}+X_{1016}+X_{1017}+X_{1018}+X_{1019}+X_{1020}+X_{1021}\leq 26470.85$$

Estas restricciones de oferta indican los envíos que se llevan a cabo de cada uno de los diez orígenes a los 21 destinos. Y son desigualdades "menores que" por ser un modelo excedentario donde la oferta del cultivo de la cebolla es mayor que la demanda.

Las 21 restricciones de demanda (destinos) para el modelo quedan definidas como:

$$X_{1n}+X_{2n}+X_{3n}+X_{4n}+X_{5n}+.....+X_{mn}=\hat{Y}_n$$

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+X_{71}+X_{81}+X_{91}+X_{101}=166003.72$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72}+X_{82}+X_{92}+X_{102}=55745.56$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53}+X_{63}+X_{73}+X_{83}+X_{93}+X_{103}=33939.95$$

$$X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54}+X_{64}+X_{74}+X_{84}+X_{94}+X_{104}=31895.81$$

$$X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}+X_{65}+X_{75}+X_{85}+X_{95}+X_{105}=26622.87$$

$$X_{16}+X_{26}+X_{36}+X_{46}+X_{56}+X_{66}+X_{76}+X_{86}+X_{96}+X_{106}=24385.87$$

$$X_{17}+X_{27}+X_{37}+X_{47}+X_{57}+X_{67}+X_{77}+X_{87}+X_{97}+X_{107}=14724.58$$

$$X_{18}+X_{28}+X_{38}+X_{48}+X_{58}+X_{68}+X_{78}+X_{88}+X_{98}+X_{108}=18553.28$$

$$X_{19}+X_{29}+X_{39}+X_{49}+X_{59}+X_{69}+X_{79}+X_{89}+X_{99}+X_{109}=16327.23$$

$$X_{110}+X_{210}+X_{310}+X_{410}+X_{510}+X_{610}+X_{710}+X_{810}+X_{910}+X_{1010}=16924.74$$

$$X_{111}+X_{211}+X_{311}+X_{411}+X_{511}+X_{611}+X_{711}+X_{811}+X_{911}+X_{1011}=14262.98$$

$$X_{112}+X_{212}+X_{312}+X_{412}+X_{512}+X_{612}+X_{712}+X_{812}+X_{912}+X_{1012}=9668.09$$

$$X_{113}+X_{213}+X_{313}+X_{413}+X_{513}+X_{613}+X_{713}+X_{813}+X_{913}+X_{1013}=4494.04$$

$$X_{114}+X_{214}+X_{314}+X_{414}+X_{514}+X_{614}+X_{714}+X_{814}+X_{914}+X_{1014}=7727.28$$

$$X_{115}+X_{215}+X_{315}+X_{415}+X_{515}+X_{615}+X_{715}+X_{815}+X_{915}+X_{1015}=5633.34$$

$$X_{116}+X_{216}+X_{316}+X_{416}+X_{516}+X_{616}+X_{716}+X_{816}+X_{916}+X_{1016}=6554.33$$

$$X_{117}+X_{217}+X_{317}+X_{417}+X_{517}+X_{617}+X_{717}+X_{817}+X_{917}+X_{1017}=5998.47$$

$$X_{118}+X_{218}+X_{318}+X_{418}+X_{518}+X_{618}+X_{718}+X_{818}+X_{918}+X_{1018}=5071.76$$

$$X_{119}+X_{219}+X_{319}+X_{419}+X_{519}+X_{619}+X_{719}+X_{819}+X_{919}+X_{1019}=4420.82$$

$$X_{120}+X_{220}+X_{320}+X_{420}+X_{520}+X_{620}+X_{720}+X_{820}+X_{920}+X_{1020}=2357.39$$

$$X_{121}+X_{221}+X_{321}+X_{421}+X_{521}+X_{621}+X_{721}+X_{821}+X_{921}+X_{1021}=14580.43$$

RUN

En las restricciones de demanda contienen a los 21 estados demandantes y cada destino recibe de todos los orígenes; y están igualadas a la cantidad que demanda cada uno de estos destinos.

Definidas la función objetivo y las restricciones del modelo y haciendo uso del paquete computacional Programa LINDO Systems herramienta de optimización, se corre el modelo para conocer las cantidades que deberán salir de cada origen a los diferentes destinos que minimicen los costos de distribución y que maximicen el valor de la función objetivo.

4.4. Interpretación de las salidas del modelo de mercado cerrado

Si se pretende hacer una distribución óptima de la producción excedente de los estados origen a los destinos consumidores con déficit debe considerarse la salida del modelo con un valor en la función objetivo de 0.1882079E+09. Lo que indica que el costo para transportar de manera óptima la cebolla es de \$188, 207,900.00 pesos

De acuerdo con los resultados del modelo, donde se indica que en condiciones de mercado cerrado la distribución de la producción de la cebolla en el país considera que los Estados de Zacatecas, Guanajuato, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí y Puebla, son estados origen mejor ubicados para llevar a cabo la producción que abastezca el faltante de demanda de cebolla en los 21 estados deficitarios, debido a que éstos en el modelo distribuyen toda su producción oferente como se muestra en el Cuadro 5.

Estos estados se ubican en la parte centro del país y son los estados productores más cercanos a la mayoría de los centros demandantes.

Cada uno de estos orígenes distribuye su excedente dentro del país. La producción de Guanajuato en el modelo indica que se envíen 53,800.90 ton. al Estado de México/D.F. y 18,553.3 ton. a Pachuca. Michoacán envía su producción a dos estados colindantes: Estado de México/D.F., Oaxaca y también a Veracruz; aunque Michoacán está muy retirado de la parte norte de Veracruz. Parte de la explicación del por qué abastece a este estado es debido a que se tomó a Coatzacoalcos como punto de llegada.

Cuadro 5.- . Distribución de costo mínimo, excedentes y áreas mejor ubicadas

ORIGEN	OFERTA	DISTRIBUCIÓN	EXCEDENTE
BAJA CALIFORNIA	172,691	14,580	158,110
CHIHUAHUA	180,571	0	180,571
ZACATECAS	124,368	124,368	0
TAMAULIPAS	118,131	36,444	81,688
GUANAJUATO	72,354	72,354	0
MICHOACÁN	103,845	103,845	0
MORELOS	68,506	68,506	0
SAN LUIS POTOSÍ	51,945	51,945	0
PUEBLA	13,851	13,851	0
SONORA	26,471	0	26,471
SUMA	932,732.09	485,892.53	446,840

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo cerrado LINDO

Cuadro 6. Distribución de costo mínimo de transporte, para la cebolla en México.

DESTINO / ORIGEN	1-B. C.	2- CHIH.	3-ZAC.	4-TAMS.	5- GTO.	6-MICH.	7-MOR.	8-S.L.P	9-PUE.	10.SON.
1 MÉXICO -D.F.					53800.92	76481.93	35720.86			
2 COATZACOALCOS			5050.76	2503.81		739.98		47451.01		
3 MONTERREY				33940						
4 T. GUTIÉRREZ							18045.09		13850.71	
5 OAXACA						26622.87				
6 ACAPULCO			24385.9							
7 GUADALAJARA			14724.6							
8 PACHUCA					18553.28					
9 VILLAHERMOSA			16327.2							
10 TORREÓN			16924.7							
11 MÉRIDA			14263							
12 CANCÚN							9668.09			
13 QUERÉTARO.								4494.04		
14 TEPIC			7727.28							
15 CULIACÁN			5633.34							
16 DURANGO			6554.33							
17 APIZACO			5998.47							
18 CAMPECHE							5071.76			
19 AGUASCALIENTES			4420.82							
20 MANZANILLO			2357.39							
21 LA PAZ	14580.43									
SUMA	14580.43	0	124368	36443.8	72354.2	103844.8	68515.8	51945.05	13850.71	0

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo. Cerrado LINDO

Morelos es el Estado con excedente de producción que más cerca le queda a la Península de Yucatán para que le abastezca de cebolla, para optimizar el modelo indica que el 47.85% de la producción de Morelos se envíe a éstos y el 52.14% al Estado de México/D.F. que a pesar de estar tan cerca de éste último, no se indica que se abastezca el total de su consumo. San Luis Potosí debe enviar su excedente a dos estados vecinos: a Veracruz la mayor parte (más de 91%) y a Querétaro (véase Cuadro 6).

Puebla es el que menor excedente tiene y está muy cerca al estado de México/D.F. pero el modelo indica que se envíe todo su excedente a Chiapas (ver figura 1). En la cual se observan todos los orígenes y a donde distribuyen

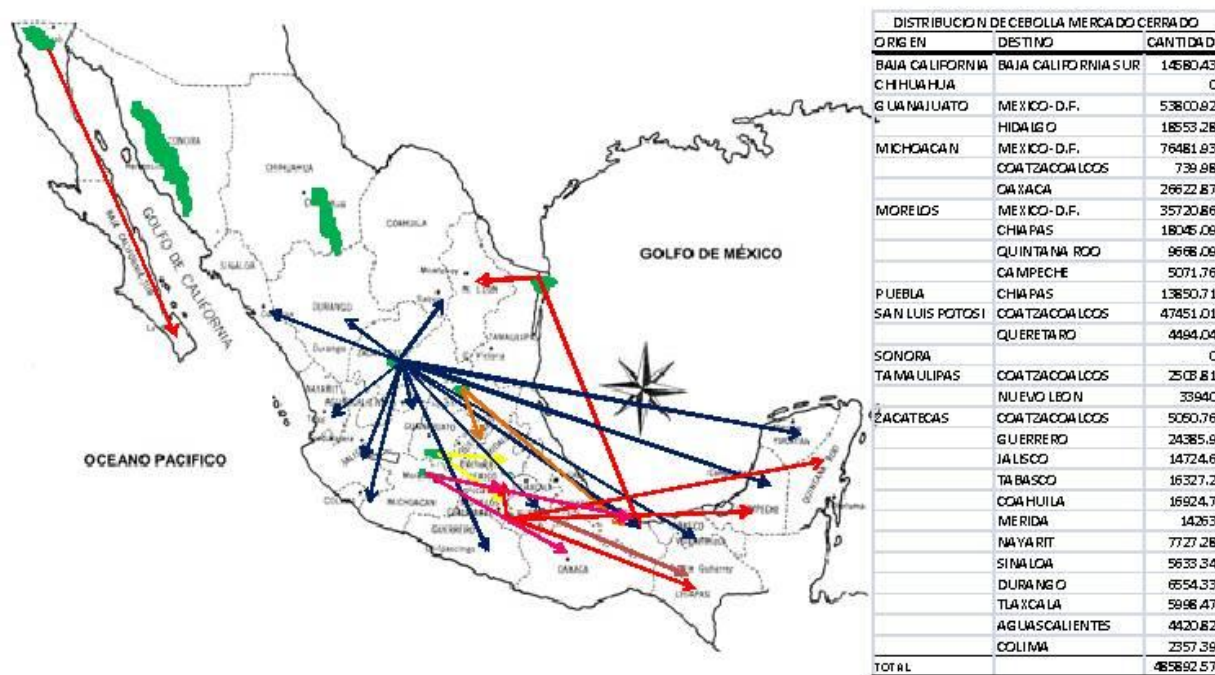


Figura 1. Distribución de costo mínimo de transporte para cebolla mercado cerrado.
Fuente: Elaboración propia con datos de la solución de Lindo.

Finalmente, para el Estado de Zacatecas la distribución que el modelo hace de su excedente es muy diversificado, como se indica en el Cuadro 6, abarca estados del Pacífico como Guerrero, la Península de Yucatán; centro occidente como Guadalajara, Aguascalientes, Tlaxcala y Colima; en la zona noroeste como Nayarit y Sinaloa; en la zona norte como Torreón y Durango y en la zona Golfo (Veracruz). Esta distribución tan

diversa plantea la necesidad de analizar hasta donde los estados origen mejor ubicados que han sido seleccionados se sostienen cuando hay aumentos de producción, lo cual se analiza en el siguiente capítulo.

Los estados de Baja California y Tamaulipas a pesar de tener excedentes grandes en el país, solo distribuyen un 8% y 30% respectivamente de su producción excedente, por lo que estos estados deben tener alternativas para su producción sobrante, como puede ser la industrialización de la cebolla, estimular el consumo interno dentro del propio estado, debido a que sus cantidades de excedentes son grandes. También tienen la alternativa de exportación por estar situados muy cerca de la frontera.

Finalmente, para los Estados de Chihuahua y Sonora, en los cuales el modelo no toma nada de su producción excedente para ser distribuida en los centros demandantes, resulta que en el caso de Chihuahua el excedente es el más grande de todos los estados.

Se deben tener opciones respecto a su producción, pues si en algún momento se cerraran las fronteras para el cultivo, se tendrían problemas para la distribución y realización de esta hortaliza.

Si las fronteras permanecen abiertas, una de las opciones para distribuir su excedente de producción es la exportación a otros países. Como la producción que excede está concentrada solo en cuatro estados, principalmente, otra opción puede ser que en cada uno de estos estados se instalen industrias deshidratadoras que permitan conservar por más tiempo el producto, o presentar un producto diferente al mercado nacional o extranjero.

En el Estado de Sonora, donde el excedente es menor que los estados anteriores, se pueden también implementar las opciones anteriores, o implementar políticas agrícolas en donde se desestime la producción de cebolla apoyando a otros cultivos, o se estimule el consumo de cebolla a través de la disminución de su precio en el estado.

Deben considerarse las anteriores alternativas, ya que estos estados no son opción en términos de optimizar los costos de transporte de costo mínimo, para cubrir la demanda interna de cebolla en el país.

4.4.1. Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad. Para obtener un informe de sensibilidad en LINDO, se selecciona Yes cuando pregunta, después de resolver un problema lineal, si desea un *Range analysis* (análisis de intervalos).

Con este modelo el valor de la función objetivo es 0.1882079E+09. Lo que indica que el costo para transportar de manera óptima la cebolla es de \$188,207,900.00 pesos.

Intervalos para los coeficientes de la función objetivo. En un modelo de transporte el costo de transporte (coeficientes c_{ij}) puede aumentar o disminuir, y si se mantiene en el intervalo de incremento o decremento permisible (allowable increase/allowable decrease) la base actual permanecerá sin cambios. Esta información es útil para saber si el incremento en el precio de combustible, de peaje o de refacciones cambia la solución básica, o para saber cuánto reducir el costo de transporte para que una variable no básica entre a la solución.

En el caso de la variable X_{11} (de Ensenada a Mex-D.F.) que es no básica, el coeficiente actual es 1,482 pesos, tiene un incremento permisible $+\infty$, es decir, si el costo de transporte se incrementa de manera indefinida, no entrará a la solución. El decremento permisible es de 953.48, para que esta variable entre a la solución tendría que disminuir 954 pesos el costo de transporte; no tendría que cobrar el flete y además tendría que pagar 953.48 pesos para poder enviarlo. Esta información es útil para medidas de política.

Para la variable X_{121} (de Ensenada a La Paz) que es básica, el coeficiente actual es de 698 pesos, tiene un incremento permisible de 540.02, por lo tanto si el costo de transporte aumenta hasta 540 la solución no cambia, si rebasa esta cantidad la variable deja de ser básica. Por otro lado el decremento permisible es ∞ , lo que quiere decir que si baja el costo, la variable va a seguir siendo básica.

Costos reducidos (reduced cost). En el caso de un problema de minimización, la variable X_{11} tendría que disminuir en 953.48 su costo de transporte, para que hayan soluciones óptimas alternas en la que esta variable sea básica. La variable X_{121} al ser básica tiene un costo reducido de 0.

Precios sombra y precios dual. En la primera restricción de oferta b6, si Michoacán aumentara una tonelada estando en el intervalo permisible, el costo de transporte disminuiría -267.95 pesos o incrementaría los costos 267.95 pesos.

4.5. Diseño del modelo para una economía abierta

Se considera un modelo de mercado abierto porque en el país se produce más cebolla de la que se consume, y de acuerdo con la Secretaría de Economía, para el año 2010 el país exportó 324,819.16 ton de las cuales casi el 87% de ellas se realizó con EEUU, y el 1% con Canadá.

A los países de América del Sur se exportó un 10%, principalmente a Guatemala, República del Salvador, Belice y Puerto Rico y para Europa fue de casi un 2%; entre estos países están Holanda, España, Alemania, Inglaterra, Francia, Irlanda e Italia.

Para la distribución de la cebolla fuera del país se consideran los punto frontera o puntos de exportación a ciudades como Cd. Juárez, Chihuahua; Matamoros, Tamaulipas; Mexicali, Baja California; Nogales, Sonora; Nuevo Laredo, Tamaulipas; Reynosa, Tamaulipas; San Luis Río Colorado, Sonora; Tijuana, Baja California, y Veracruz, Veracruz.

Del lado del Golfo de México solo se consideró como punto al puerto de Veracruz, debido a que Coatzacoalcos ya es un destino y además porque los volúmenes de excedentes se ubican en la parte norte del país. Por la parte sur del país, en este modelo abierto no se consideró ningún punto frontera, debido a que todos los estados del sur son deficitarios.

La mayoría de las ciudades mencionadas son fronteras importantes, los volúmenes excedentarios están en los estados del norte y existe información para el cálculo de los costos de transporte, así que estos puntos frontera son agregados a las restricciones de demanda, pues son puntos que se consideran en el modelo como de consumo.

Cada uno de los orígenes envía a cada uno de los diferentes puntos frontera, de manera que se hace el cálculo de los costos de transporte de cada uno de los diez orígenes a cada uno de estos nueve puntos frontera y se agregan a la función objetivo; en el siguiente cuadro (Cuadro 7) solo se muestran los costos que fueron agregados.

Cuadro 7. Costos de transporte de los orígenes a los puntos frontera (pesos/ (ton)

PUNTOS FRONTERA	CD. JUÁREZ	MATAMOROS	MEXICALI	NOGALES	NUEVO LAREDO	REYNOSA	S.L.R. COLORADO	TIJUANA	VERACRUZ
ENSENADA	692.74	1409.05	202.55	490.16	1269.14	1362.95	241.12	147.93	1644.71
CHIHUAHUA	250.71	594.11	676.07	412.50	545.36	548.04	634.29	758.57	978.21
ZACATECAS	592.71	398.57	1122.86	859.29	442.43	470.00	1081.07	1127.00	509.00
MATAMOROS	782.38	71.43	1266.96	1003.39	240.71	80.79	1225.18	1349.46	532.71
CELAYA	777.50	478.93	1286.25	1071.96	480.50	518.04	1245.00	1277.50	642.86
MORELIA	814.73	604.29	1270.18	1055.36	520.00	560.36	1228.39	1262.00	355.50
CUAUTLA	1005.10	621.24	1465.76	1251.16	657.29	660.46	1423.98	1548.11	272.31
S.L.P.	571.43	548.96	1225.71	962.14	358.50	387.32	1268.57	1221.00	400.00
PUEBLA	1018.55	546.96	1475.36	1261.07	657.86	664.29	1434.11	1557.86	625.00
NOGALES	455.36	1003.39	468.57	71.43	957.32	960.54	412.86	433.93	1408.93

Fuente: Información Propia con datos del Portal Electrónico fletes.com

Para el desarrollo del modelo abierto se toman en cuenta los estados origen del modelo anterior y los estados demandantes del mismo y se agregan los 9 puntos frontera por donde saldrá el excedente de producción del país. En este modelo la función objetivo contendrá 90 nuevos términos, que representan los costos de cada uno de los 10 orígenes a los 9 puntos frontera y las restricciones de oferta también son ampliadas en cada una de ellas, con 9 destinos más, agregándose en total 90 elementos a las restricciones existentes del mercado cerrado, por lo que las restricciones de demanda aumentan de 21 a 30 y las nueve restricciones de los puntos frontera se igualan al excedente (ver Anexo 1).

Con la matriz completa y resuelta en el paquete computacional Lindo, se obtienen los resultados del modelo donde se indica que todo el excedente de Baja California salga por Tijuana; el de Chihuahua por Ciudad Juárez; el de Tamaulipas por Matamoros y el de Sonora por Nogales. Por estos cuatro puntos frontera se debe distribuir toda la producción excedente de 446,840 ton.

Con ello se tiene la maximización de la función objetivo con un valor de 0.2638280E+09. Lo que indica que el costo para transportar de manera óptima toda la producción de cebolla es de \$263, 828,000.00 pesos.

Los puntos frontera no seleccionados por el modelo fueron: Mexicali, Nuevo Laredo, Reynosa y San Luis Río Colorado, por la parte norte del país (ver Cuadro 8). Por el lado del Golfo de México no fue seleccionado el puerto de Veracruz para las exportaciones que se envían a Europa, pues en términos de costos de transporte las ciudades

fronterizas de la parte norte son las indicadas para exportar la producción, ya que está relacionado con los orígenes de los excedentes de producción.

Cuadro 8. Puntos frontera de costo mínimo

	DESTINO	ORIGEN			
		1-B. C.	2-CHIH.	4-TAMS.	10.SON.
22	CD. JUÁREZ		180571		
23	MATAMOROS			81688	
24	MEXICALI				
25	NOGALES				26471
26	NUEVO LAREDO				
27	REYNOSA				
28	SAN LUIS RIO C				
29	TIJUANA	158110			
30	VERACRUZ				
	SUMA	158110	180571	81688	26471

Fuente Elaboración propia con datos del modelo abierto.

Con el modelo abierto se obtuvieron cambios para algunos estados en relación con el de mercado cerrado. Chihuahua envía a Torreón, cubriendo toda su demanda de 16,924.75 ton. en lugar de Zacatecas, y éste ahora envía parte a Coatzacoalcos y a Monterrey y deja también de enviar a Oaxaca, que ahora le suple Michoacán y este disminuye para Coatzacoalcos; y Puebla envía a Chiapas en lugar de al DF-México.

Como la producción excedente está concentrada principalmente solo en tres estados, al igual que en el mercado cerrado, otra opción, además de la exportación, puede ser que en cada uno de estos estados se instalen industrias deshidratadoras que permitan conservar por más tiempo el producto, u ofrecer un producto diferente al mercado nacional o extranjero. Ver Fig. 2

En el Estado de Sonora, donde el excedente es menor que en los otros estados, se pueden también implementar las opciones anteriores o políticas agrícolas para desestimular la producción de cebolla y se apoye la siembra de otros cultivos o incrementar el consumo de cebolla a través de la disminución de su precio.

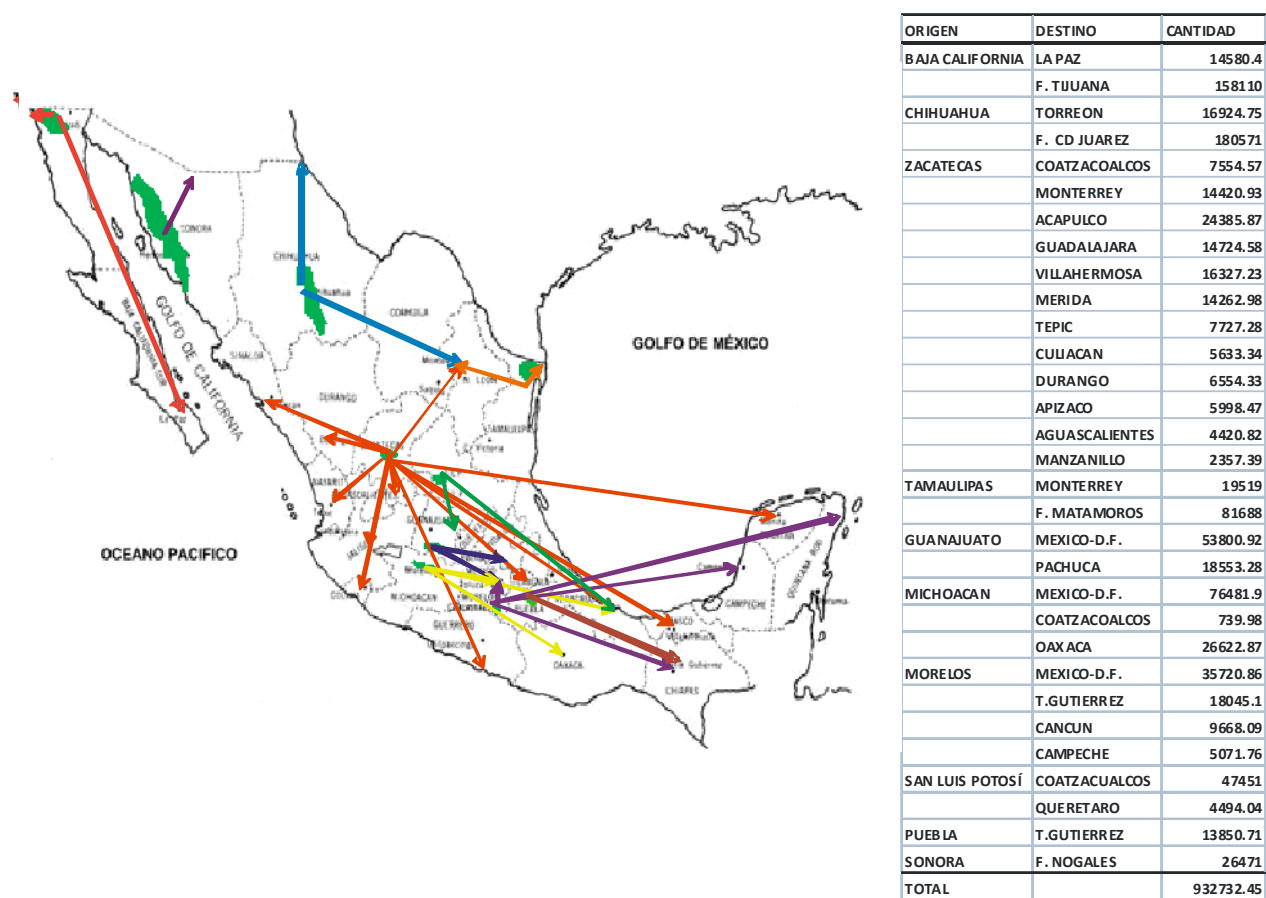


Figura 2. Distribución de costo mínimo de transporte para cebolla mercado abierto.
Fuente: Elaboración propia con datos de la solución de Lindo.

4.6. Producción potencial en mercado cerrado

En el país se tiene la posibilidad de aumentar la producción de cebolla en la mayoría de los estados donde se produce actualmente. El análisis de la información sobre la producción de cebolla en los últimos 10 años, proporcionada por SAGARPA-SIAP 2000-2010, indica que estados como Sinaloa, Durango y Baja California, pueden ser autosuficientes en su consumo y tener excedente para ofrecer a otros estados cercanos, debido a que tienen el potencial de incrementar su producción en un 83.28%, 74.88% y 63.09% respectivamente.

Cuadro 9. Distribución de costo mínimo de transporte en mercado abierto

ORIGEN											
DESTINO	1-B. C.	2-CHIH.	3-ZAC.	4-TAMS.	5- GTO.	6-MICH.	7-MOR.	8-S.L.P	9-PUE.	10.SON.	TOTAL
1 MÉXICO -D.F.					53800.92	76481.94	35720.86				166003.7
2 COATZACOALCOS			7554.57			739.98		47451			55745.56
3 MONTERREY			14420.93	19519							33939.94
4 T. GUTIÉRREZ							18045.1		13850.71		31895.81
5 OAXACA						26622.87					26622.87
6 ACAPULCO			24385.87								24385.87
7 GUADALAJARA			14724.58								14724.58
8 PACHUCA					18553.28						18553.28
9 VILLAHERMOSA			16327.23								16327.23
10 TORREÓN		16924.75									16924.75
11 MÉRIDA			14262.98								14262.98
12 CANCÚN							9668.09				9668.09
13 QUERÉTARO.								4494.04			4494.04
14 TEPIC			7727.28								7727.28
15 CULIACÁN			5633.34								5633.34
16 DURANGO			6554.33								6554.33
17 APIZACO			5998.47								5998.47
18 CAMPECHE							5071.76				5071.76
19 AGUASCALIENTES			4420.82								4420.82
20 MANZANILLO			2357.39								2357.39
21 LA PAZ	14580.4										14580.43
SUMA	14580	16924.8	124367.79	19519	72354.2	103845	68506	51945	13851	0	485893

Fuente: Elaboración propia con datos de modelo de mercado abierto LINDO

Los Estados como Tabasco, Nuevo León, Colima, México, Oaxaca y Chiapas, presentan un porcentaje alto de incremento de su producción potencial respecto a la del 2010; pero en realidad es poco significativo, debido a que su producción es reducida, pues aunque son incrementos del 100% (Tabasco y Nuevo León), en realidad se trata de 5600 ton y 366 ton. respectivamente, como se observa en el Cuadro 10.

En cambio un incremento de 18.61% en Chihuahua, representa 46,978.82 ton. e incrementos en la producción de los estados de Morelos (45.37%), Guanajuato (37.16%) y Tamaulipas (24.30%), representan una producción de 179,687.92 ton. Los

incrementos que presentan en la producción potencial estos cuatro estados es el 18% del total de la producción del año 2010.

Cuadro 10. Comparativo de la producción potencial con el año 2010

ESTADO	PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN	INCREMENTO	
	POTENCIAL	2010	PRODUCCIÓN	(%)
1 AGUASCALIENTES	4755	3571	1184	24.90
2 BAJA CALIFORNIA	206355	195702.14	10652.86	5.16
3 BAJA CALIFORNIA SUR	6201.25	2288.75	3912.5	63.09
4 CHIAPAS	4489.25	3088	1401.25	31.21
5 CHIHUAHUA	252394.65	205415.83	46978.82	18.61
6 COAHUILA	8405	3120.62	5284.38	62.87
7 COLIMA	2010	324	1686	83.88
8 DURANGO	24981	6276.45	18704.55	74.88
9 GUANAJUATO	178828.2	112369	66459.2	37.16
10 GUERRERO	533	330.08	202.92	38.07
11 HIDALGO	884	884	0	0.00
12 JALISCO	43189.2	38887.55	4301.65	9.96
13 MÉXICO	23688.58	9236.54	14452.04	61.01
14 MICHOACÁN	169305.57	135579.03	33726.54	19.92
15 MORELOS	149125.3	81468	67657.3	45.37
16 NAYARIT	186	186	0	0.00
17 OAXACA	2707	1106.7	1600.3	59.12
18 PUEBLA	76743.4	56005.84	20737.56	27.02
19 QUERÉTARO	8838	8838	0	0.00
20 SAN LUIS POTOSÍ	70802.5	70802.5	0	0.00
21 SINALOA	33533.85	5606.21	27927.64	83.28
22 SONORA	61140.33	45889.62	15250.71	24.94
23 TAMAULIPAS	187542	141970.58	45571.42	24.30
24 TLAXCALA	2142.5	1978.59	163.91	7.65
25 ZACATECAS	135239.96	135239.96	0	0.00
26 CAMPECHE	0	0	0	
27 D.F.	0	0	0	
28 NUEVO LEÓN	366	0	366	100.00
29 QUINTANA ROO	0	0	0	
30 TABASCO	5600	0	5600	100.00
31 VERACRUZ	0	0	0	
32 YUCATÁN	0	0	0	
TOTAL	1,659,986.54	1,266,164.99	393,821.55	23.72

Fuente: Elaboración Propia con información de SIAP 2000-2010

El modelo de mercado cerrado indica que los mejores lugares ubicados para la producción de cebolla en el país son los estados de Zacatecas, Guanajuato, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí y Puebla y son significativos en este modelo. Zacatecas y San Luis Potosí no están en posibilidad de aumentar su producción potencial, ya que los datos muestran que en los últimos diez años no han incrementado su producción.

Cuadro 11. Estados origen y destino en función de la disponibilidad de cebolla con producción potencial

ESTADOS OFERENTES		CON DISPONIBLE (ton)	ESTADOS DEMANDANTES		CON DEMANDA (ton)
1	BAJA CALIFORNIA	183343.53	1	MÉXICO Y DISTRITO FEDERAL	151551.68
2	CHIHUAHUA	227549.63	2	VERACRUZ	55745.56
3	ZACATECAS	124367.79	3	NUEVO LEÓN	33573.95
4	TAMAULIPAS	163702.83	4	CHIAPAS	30494.56
5	GUANAJUATO	138813.4	5	OAXACA	25022.57
6	MICHOACÁN	137571.33	6	GUERRERO	4494.04
7	MORELOS	136163.11	7	JALISCO	10422.93
8	SAN LUIS POTOSÍ	51945.05	8	HIDALGO	18553.28
9	PUEBLA	34588.27	9	TABASCO	10727.23
10	SONORA	41721.56	10	COAHUILA	11640.36
11	SINALOA	13347.21	11	YUCATÁN	14262.98
12	DURANGO	13071.21	12	QUINTANA ROO	9668.09
13	BAJA CALIFORNIA SUR	1555.11	13	QUERÉTARO	4494.04
TOTAL		1,267,740.03	14	NAYARIT	7727.28
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP 2000.2010.			15	TLAXCALA	6390.42
			16	CAMPECHE	5998.47
			17	AGUASCALIENTES	3887.7565
			18	COLIMA	2734.82
			TOTAL		407,390.017

Con el modelo para la producción potencial en una economía cerrada, en lugar de ser 10 estados oferentes, resultó que son 13, ya que con el modelo cerrado se agregan Durango, Sinaloa y Baja California Sur y los estados demandantes ahora son 18, como se indica en el Cuadro 11.

El modelo para la producción potencial ahora es de 234 términos en la función objetivo, con 13 restricciones de oferta y 18 restricciones de demanda.

Cuadro 12. Costos de Transporte de los orígenes a los destinos (pesos/ton)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ORIGEN/DESTINOS	ENSENADA	CHIHUAHUA	ZACATECAS	MATAMOROS	CELAYA	MORELIA	CUAUTLA	S.L.P.	PUEBLA	NOGALES	CULIACAN	GOMESZ P	LA PAZ
1 MEXICO	1482	913	543	799	261	314	185	400	243	1189	735	550	2143
2 COATZACUALCOS	1875	1083	649	699	456	485	412	533	340	1523	1005	842	2623
3 MATAMOROS	1159	536	298	212	372	555	531	339	625	841	768	411	1193
4 TUXTLA	1995	1357	778	828	584	613	437	661	384	1641	1123	1357	2743
5 OAXACA	1796	1011	579	717	385	414	317	462	246	1442	924	771	2543
6 ACAPULCO	1609	985	503	766	437	679	236	394	307	1373	855	745	2307
7 G.JAL	1169	410	242	536	268	200	571	251	461	841	536	464	1867
8 PACHUCA	1569	775	455	651	197	251	149	300	102	1216	698	534	2317
9 VILLAHERMOSA	1817	1163	681	779	500	528	389	573	447	1593	1075	922	2515
10 TORREON	996	336	267	469	382	418	590	398	594	664	419	71	1694
11 MERIDA	2084	1449	953	1066	768	799	675	1000	875	1884	1361	1208	2782
12 CANCUN	2404	1622	1189	1239	995	1024	848	1072	839	2052	1534	1381	3152
13 QUERETARO	1352	659	280	536	90	128	230	138	236	1095	577	418	2050
14 TEPIC	1066	658	378	733	358	337	462	388	471	789	361	418	1764
15 APIZACO	1620	818	385	521	255	309	451	358	89	1077	743	578	2369
16 CAMPECHE	2147	1365	932	981	738	767	591	815	538	1795	1278	1124	2895
17 AGSC	1286	509	120	463	172	223	429	139	447	1026	607	358	1984
18 MANZANILLO	1316	798	443	702	423	679	513	589	625	1056	538	556	2014

Fuente: Elaboración propia con datos del Portal Electrónico fletes.com

El procedimiento para la elaboración del modelo es similar al modelo de mercado cerrado ya descrito, sólo que ahora son más restricciones de oferta y menos de demanda y se hace un cambio en la primera hilera de los costos de transporte, ya que en lugar de representarse como $X_{11}+X_{12}+...+X_{118}$ ahora se representa como $X_{a1}+X_{a2}+...+X_{a18}$; con ello se logra que el modelo no confunda el término uno once con el once uno.

También se hace este cambio en la primera restricción de oferta y en el primer término de cada una de las restricciones de demanda (ver Anexo 2).

El cálculo de los costos de transporte de los nuevos tres orígenes se obtuvieron también del portal electrónico “fletes.com”. La selección de las ciudades de salida para la producción de estos nuevos orígenes se seleccionó considerando la existencia de

información y la cercanía a los centros de producción. El total de costos considerados para los 18 orígenes y 13 destinos se muestran en el Cuadro 12.

Una vez diseñado el modelo y realizada la corrida del mismo, considerando como orígenes los Estados de Sinaloa, Durango y Baja California Sur.

Con este modelo el valor de la función objetivo es 0.1258075E+09. Lo que indica que el costo para transportar de manera óptima la cebolla es de \$125,807,500.00 pesos.

Resulta que en el modelo de producción potencial el excedente de producción de Sinaloa y Baja California Sur no es considerado como oferta disponible para ningún estado. Mientras que el de Durango solo toma como oferta una parte de su producción, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13.- Distribución de costo mínimo de transporte con el modelo de producción potencial

DESTINO	ORIGEN						
	3-ZAC.	4-TAMS.	5- GTO.	6-MICH.	7-MOR.	9-PUE.	12.DGO.
1 MÉXICO y D.F.			87858.67		63693.02		
2 COATZACOALCOS			27907.42	27838.14			
3 NUEVO LEÓN		33573.95					
4 CHIAPAS					27319.28	3175.28	
5 OAXACA						25022.57	
6 GUERRERO					4494.04		
7 JALISCO				10422.93			
8 HIDALGO			18553.28				
9 TABASCO					10727.23		
10 COAHUILA							
11 YUCATÁN					14262.98		
12 QUINTANA ROO					9668.08		
13 QUERÉTARO			4494.04				
14 NAYARIT				7727.28			11640.36
15 TLAXCALA						6390.42	
16 CAMPECHE					5998.47		
17 AGUASCALIENTES	3887.75						
18 COLIMA	2734.82						
SUMA	6622.57	33573.95	138813.41	45988.35	136163.1	34588.27	11640.36

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo potencial mercado cerrado.LINDO

Los orígenes mejor ubicados disminuyen a tres, permaneciendo Guanajuato, Morelos y Puebla, que abastecen con su producción a los estados demandantes, como se

muestra en el Cuadro 14, al no quedarse con producto en la distribución y dejan de ser mejores lugares ubicados Zacatecas, Michoacán y San Luis Potosí

Cuadro 14. Distribución de costo mínimo, excedentes y áreas mejor ubicadas producción potencial

ORIGEN	OFERTA	DISTRIBUCIÓN	EXCEDENTE
BAJA CALIFORNIA	183,344	0	183,344
CHIHUAHUA	227,550	0	227,550
ZACATECAS	124,367.79	6,623	117,745
TAMAULIPAS	163,703	33573.95	130,129
GUANAJUATO	138,813	138,813	0
MICHOACÁN	137,571	45,988	91,583
MORELOS	136,163	136,163	0
SAN LUIS POTOSÍ	51,945	0	51,945
PUEBLA	34,588	34,588	0
SONORA	41,722	0	41,722
SINALOA	13,347	0	13,347
DURANGO	13,071	11640.36	1,431
BAJA CALIFORNIA SUR	1,555	0	1,555
SUMA	1,267,740.00	407,390.01	860,350

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo producción potencial LINDO

Si los Estados de Michoacán y Zacatecas aumentaran su producción, como lo indica la producción potencial, solo una parte sería distribuida en otros estados. Michoacán distribuiría su producción en Veracruz (27,828.14 ton), Jalisco (10,422.93 ton) y Nayarit (7,727.28ton).

Zacatecas distribuiría a Aguascalientes (3887.75 ton) y a Colima (2734.82 ton). Estos estados dejan de ser en este modelo los mejores lugares. San Luis Potosí es el primer estado que sale de los mejores lugares, por sus costos de transporte, cuando se incrementa la producción en los otros mejores lugares.

Al realizar algunos escenarios en el modelo de producción potencial, resulta que si la producción potencial fuera mayor en el estado de Guanajuato, abastecería también al estado de Colima y aumentaría el abastecimiento a Veracruz, debido a que en términos de costos de transporte se optimiza más en la distribución de Guanajuato que de Zacatecas y Michoacán.

Si Morelos o Puebla aumentaran su producción más allá de su producción potencial, Guanajuato dejaría de estar en los mejores lugares ubicados en la producción de cebolla, debido a que Morelos es el mejor ubicado para llevar a cabo la producción que requiere el estado de México y Distrito Federal.

Si se incrementara hipotéticamente la producción más allá de la potencial, el modelo asignaría toda su producción a esta zona hasta abastecer el 100% de su consumo y también cubriría la demanda de Hidalgo. Y si el estado de Puebla aumenta también su producción más allá de la potencial, abastecería todo lo demandado por Veracruz y Chiapas, Campeche y Quintana Roo.

Morelos y Puebla son los mejores lugares ubicados en el país para la producción de cebolla, pues si se aumenta la producción en todos los estados, estos son los que quedarían hasta lo último con excedente por distribuir. Así que se puede afirmar que:

Si se pretende establecer políticas de planeación para aumentar la producción de cebolla en el país, ya sea con la finalidad de optimizar los recursos o para aumentar el consumo futuro, los primeros estados a considerar serían Morelos y Puebla y, en segundo lugar, Guanajuato, considerando un mercado cerrado.

4.7. Producción potencial en mercado abierto

Con la producción normal del 2010 se tiene excedente en la producción en diez estados y se ha señalado que la producción potencial es aún mayor (1,659,986.54 ton) en 23.7% con relación al año de referencia, por lo que si con la producción normal se requiere de la exportación, transformación o aumentos en el consumo de esta hortaliza, si se aumenta la producción es más evidente la necesidad de estas opciones.

El diseño del modelo para mercado abierto con producción potencial tiene cierto parecido al de mercado abierto con la producción normal del 2010, solo que en este varían las cantidades ofrecidas, el número de orígenes y destinos.

Las restricciones de oferta están formadas por los trece orígenes y las restricciones de demanda por los 18 estados demandantes y la suma de todos los puntos frontera igualado al excedente, como se muestra en el Anexo 3.

En el Cuadro 15 se muestran los tres nuevos orígenes que se agregan con la producción potencial a los nueve puntos frontera con el modelo de mercado abierto.

Cuadro 15. Costos de Transporte de los tres orígenes a los puntos fronteras (pesos/ton) producción potencial.

	1.-CD. JUAREZ	2.-MATAMOROS	3.-MEXICALI	4.-NOGALES	5.-N. LAREDO	6.-REYNOSA	7.-S. L. R C	8.-TIJUANA	9.-VERACRUZ
11 SONORA	784.98	781.48	745.39	530.79	732.21	735.39	703.61	827.74	890.59
12 DURANGO	535.71	494.07	1019.95	780.21	464.29	447.98	978.16	1102.30	691.99
13 BCS	1390.74	2156.90	899.77	1238.02	1967.14	2110.81	928.70	749.78	2342.71

Fuente: Elaboración propia con datos del portal fletes.com

Para el diseño del modelo abierto con producción potencial se toman en cuenta los trece estados origen del modelo cerrado de producción potencial y los 18 estados demandantes del mismo y se agregan los 9 puntos frontera por donde saldrá el excedente de producción del país.

En este modelo la función objetivo contendrá 117 nuevos términos, que representan los costos de cada uno de los 13 orígenes a los 9 puntos frontera, y las restricciones de demanda también son ampliadas a un total de 144, agregándose a los 18 ya existentes del mercado cerrado, los nueve puntos frontera.

Completada la matriz (ver Anexo 4) y resuelto en el paquete computacional LINDO, se tiene con este modelo el valor de la función objetivo es 0.3217757E+09. Lo que indica que el costo para transportar de manera óptima la producción potencial de cebolla es de \$321,775,700.00 pesos.

El incremento de la producción y mercado abierto, se hace una distribución distinta a los modelos anteriores, excepto en los orígenes de la parte norte: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas y Sonora, cuya situación es igual a los modelos anteriores.

Para el caso de Zacatecas, ya solo es considerado para que le provea su faltante a Nuevo León (33,574 ton.) y su resto 90794 ton. lo envíe por Matamoros. Guanajuato es ahora el estado con más destinos para proveer el déficit, principalmente de los estados del centro, a excepción de Colima y Veracruz (ver Cuadro 15).

Morelos se sugiere abastezca a todos los estados deficitarios del sur y México-D.F. Los estados de San Luis Potosí y Puebla dejan de ser de los mejor lugares ubicados y no

distribuyen nada de su producción en el país y se sugiere que salga su excedente por Nuevo Laredo y Cd. Juárez, respectivamente (véase Cuadro 16 y 17).

Cuadro 16. Distribución de costo mínimo de transporte de los orígenes a los destinos y puntos frontera.

DESTINO	ORIGEN					
	3-ZAC.	5- GTO.	6-MICH.	7-MOR.	11-SIN.	12.DGO.
1 MÉXICO y D.F.		91033.95		60517.74		151552
2 COATZACOALCOS			55745.56			55745.6
3 NUEVO LEÓN	33573.95					33574
4 CHIAPAS				30494.56		30494.6
5 OAXACA			25022.57			25022.6
6 GUERRERO				4494.04		4494.04
7 JALISCO			10422.93			10422.9
8 HIDALGO		18553.28				18553.3
9 TABASCO				10727.23		10727.2
10 COAHUILA						11640.37 11640.4
11 YUCATÁN				14262.98		14263
12 QUINTANA ROO				9668.09		9668.09
13 QUERÉTARO		4494.04				4494.04
14 NAYARIT					7727.28	7727.28
15 TLAXCALA		6390.42				6390.42
16 CAMPECHE				5998.47		5998.47
17 AGUASCALIENTES		3887.75				3887.75
18 COLIMA		2734.82				2734.82
20 MATAMOROS	90793.84					90793.8
22 NOGALES					5619.93	5619.93
24 REYNOSA						1430.85 1430.9
27 VERACRUZ		11719.14	46380.27			58099
SUMA	124367.79	138813.4	137571.33	136163.11	13347.21	13071.22 563334

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo potencial abierto LINDO

De los nuevos orígenes que surgen con la producción potencial, Sinaloa distribuye el faltante en Nayarit y Durango el faltante de Coahuila y sus excedentes se sugiere salgan por Nogales y Reynosa, respectivamente.

Cuadro 17. Distribución costo mínimo de transporte de los orígenes a los puntos frontera.

	DESTINO	ORIGEN					
		1-B.C.	2,CHIH.	4-TAMS.	8- S.L.P.	9-PUE.	10-SON. 13-B.C. SUR
19	CD, JUÁREZ		227549.63			34588.27	
20	MATAMOROS			163702.83			
21	MEXICALI						
22	NOGALES						41721.56
23	NUEVO LAREDO				51945.05		
24	REYNOSA						
	S. L. RIO						
25	COLORADO						
26	TIJUANA	183343.53					1555.1
27	VERACRUZ						
28	SUMA	183343.53	227549.63	163702.83	51945.05	34588.27	41721.56 1555.1

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo potencial abierto. LINDO

Y finalmente el excedente de Baja California Sur no es distribuido en el país, por lo que se sugiere salga por Tijuana (véase Cuadro 17).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible obtener y aplicar un proceso práctico para la identificación de datos oportunos y confiables sobre oferta, demanda de productos, costos y rutas de transporte, que permiten la elaboración del modelo de transporte de costo mínimo.

Se determinaron de forma rápida y veraz las zonas productoras en el país para el cultivo de la cebolla y dónde se ubican los superávits de producción. Para la cebolla están principalmente en la parte norte. Los del centro son los mejores ubicados para abastecer la demanda interna del país.

Es posible y se identificaron los centros de producción mejor ubicados con respecto a las áreas consumidoras de cebolla, considerando un mercado cerrado, un mercado abierto y una distribución del producto con la cantidad potencial.

Para la cebolla, la producción excedente está concentrada en tres estados, una recomendación es que en cada uno de éstos, se instalen agroindustrias que permitan conservar por más tiempo el producto o generar un producto industrializado para el mercado nacional o extranjero.

En Sonora, donde el excedente es menor, se recomienda implementar políticas para desestimular la producción de cebolla apoyando a otros cultivos, o estimular el consumo de esta hortaliza.

Se determinaron las zonas demandantes de cebolla, que se ubican principalmente en estados que contienen grandes ciudades. De igual forma estados del sur del país, ya que ninguno alcanza a cubrir su demanda y son los estados oferentes del centro los que tienen los menores costos de transporte para que les abastezcan su faltante de demanda.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AgroNegocios Perú. s.f. <http://www.agronegociosperu.org/tema/tem005.htm> consultada el día 14 de Noviembre de 2011.
- Anónimo. 2001. Foro de Planeación y Participación Campesina de Productores de Cebolla y Zanahoria. Memoria. Plan microregional de proyectos productivos para el desarrollo rural del municipio de Celaya. 200.77.231.100/pics/p/p2757/CEBOLLA_Y_ZANAHORIA_guanajuato.pdf. Consultada Abril del 2012.
- Anónimo. s.f. <http://fletes.com>. Consultada varias fechas de 2010 -2011.
- Ávila, J. (2006). Economía. Umbral Editorial. S. A de C.V. México. 161 p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) 2010. www.conapo.gob.mx. Consultada el día 2 de Septiembre de 2010.
- Ferrer, L., A. M. Coves, y M. A. de los Santos. (2004). Modelado del Transporte de Distribución mediante Programación Lineal Entera. Información tecnológica. Vol. 15. No. 4. La Serena. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Consultada el día 4 de Diciembre de 2010.
- 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.296 p
- Godínez M., L., J. A. García S., M. Fortis H., J. S. Mora F., M. A. Martínez D., R. Valdivia A. y J. Hernández M. (2007). Valor económico del agua en el sector agrícola de la Comarca Lagunera. Terra Latinoamericana. Vol. 25. No. 1. pp. 51-59. México. Redalyc.org. www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311513007. Consultada en Diciembre de 2010.
- Hernández, A.,M del C. (2007). Introducción a la Programación Lineal. Facultad de ciencias UNAN. México. 219 p.
- INEGI. s.f. cuéntame.com. <http://cuenta.me.inegi.org.mx/monografias/informacion>.
- Krugman, P. y Well, R. (2008). Introducción a la Economía: Microeconomía. Reverté, S. A. España.537 p.

- Krugman, P. (2006). Microeconomic. Worth Publishers. EE.UU.
- LeRoy, R., Meiners, R. (1990). Microeconomía. Mc.GRAW-HILL EE.UU.703 p.
- Lesur, L. (2007). Manual de Horticultura. Séptima Edición. Trillas. México. FALTA
- López C., R. (1993). Programación Lineal y Decisiones Económicas. Tercera Edición. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. 171 p. Colección Economía.
- Maroto A., C. (2010). Investigación Operativa: Modelos y Técnicas de Optimización. Universidad Politécnica de Valencia. España. 424 p.
- Medina L., S.V., K. Raya D., y M. R. Contreras O. (2007). Utilización del modelo de transporte para la asignación de trabajos a máquinas considerando prioridades. Ingeniería. Vol. 11 No. 2 pp. 47-65. Redalyc.org. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46711206>. Consultada en noviembre de 2010.
- Miranda, M. (2005). Proyectos Identificación-formulación evaluación Financiera-económica-social-ambiental. Quinta Edición. MM Editores. Colombia. 438 p.
- Mora, E., H. M. (2004). Programación Lineal. Universidad Nacional de Colombia. Pro-Offset Editorial Ltda. Bogotá, D.C. Colombia. 282 p.
- Moyo, N. (1998). Transporte y Asignación Investigación de Operaciones. Asociación de Editores Universitarios de América Latina y el Caribe EULAC. FALTA PAGINACION TOTAL
- Ottone, M. (2008). Situación de mercado de cebollas frescas. Dirección de Mercados Agroalimentarios. Área mercado de hortalizas. <http://es.scribd.com/doc/11581547/El-Mercado-Mundial-de-La-Cebolla-Ano-2008>. Consultada Julio de 2011.
- Parkin, M. y Loría E. 2010. Microeconomía. Versión para Latinoamérica. Novena Edición. Pearson Education. México. 486 p.
- Ramos, C. (1981). Proyectos Agrícolas Metodología para su Formulación y Evaluación. Segunda Edición. IICA Colombia. Perú. 122 p.
- Redondo J. , E. (1992). Importancia de las hortalizas en México. en: Villanueva, G., J. Corven, A. Campos. (editores). 1992. Taller Regional Centroamericano y

- Consulta sobre planificación de investigación hortícola. IICA. San José, Costa Rica. Pag 113-125.
- Render, B., R. M. Jr. Stair y M. E. Hanna. (2006). Métodos Cuantitativos Para los Negocios. Novena Edición. PEARSON Prentice Hall. 728 p.
- Reveles, H.M, S. Rubio D., L.M. Macias V. y A.G. Bravo L. s.f. Cebolla blanca para mercado nacional en fresco y consumo directo. SAGARPA-INIFAP <http://inifap-nortecentro.gob.mx/files/nodos/ACebolla.pdf>. Consultada Agosto del 2009.
- Robbins, S. P. y Coulter, M. (2005). Administración. Octava Edición. Pearson Education México Prentice Hall. México. 640 p.
- SAGARPA. (2010). Desarrollo de Mercados CES 6. Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/promercado%202010-SE.pdf>. Consultada Mayo 2011.
- SAGARPA-SIAP..(2010). Cebolla: Resumen Nacional de la Producción Agrícola http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=186. Consultada en varias fechas.
- Sallán, J. M., A. Suñé, V. Fernández y J. B. Fonollosa. (2005). Métodos Cuantitativos de Organización Industrial I. Segunda Edición. Universidad Politécnica de Catalunya, S. L. Barcelona. España. 212 p.
- Sanfuentes, A. (1997). Manual de Economía. Cuarta Edición. Editorial Andrés Bello. Santiago de Chile. 254 p.
- Serra, F. (2004). Métodos Cuantitativos para la toma de decisiones. Gestión 2000. Madrid, España. 172 p.
- Soler F., F., F. Molina F., L. Rojas C. y L. Rojas C. (2007). Algebra Lineal y Programación Lineal. Con Aplicaciones a Ciencias Administrativas, Contables y Financieras Con Uso de: Derive, QSB y Excel. Segunda Edición. ECOE Ediciones. Bogotá, Colombia. 673 p.
- Stiglitz, J. E. (2000). La Economía del sector público. Tercera Edición. Traducción de Ma. Esther Rabasco y Luis Thoaria. Antoni Bosch Editor, S. A. España. 738 p.
- Taha, H.A. (2004). Investigación de Operaciones. Séptima Edición. Pearson Education de México. México. 830 p.

- Thompson, I. 2008. Definición de Administración. PromonegocioS.net. s.f.
www.promonegocios.net/administracion/definicion-administracion.html.
(Consultada el día 1 de Noviembre de 2011)
- Valencia A., F.I. s.f. Formulación de proyectos. Institución educativa CEFA. Área de
comercio. Proyectos productivos.
<http://10banca1.files.wordpress.com/2010/02/formulacion-de-proyectos-uv2.doc>. Consultada enero 2012.
- Vallejo, C.; Estrada, S. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad
Nacional de Colombia. Colombia.

ANEXOS

6.1. Anexo 1.

1.1. Salida del modelo de mercado cerrado

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 53			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 0.1882079E+09			VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	COEF	INCREASE	DECREASE	
X11	0.000000	953.480042	X11	1482.140015	INFINITY	953.480042
X12	0.000000	1175.369995	X12	1874.729980	INFINITY	175.369995
X13	0.000000	946.359985	X13	1158.500000	INFINITY	946.359985
X14	0.000000	1214.640015	X14	1994.680054	INFINITY	214.640137
X15	0.000000	1167.119995	X15	1795.599976	INFINITY	167.119995
X16	0.000000	1056.589966	X16	1609.000000	INFINITY	056.590088
X17	0.000000	877.020020	X17	1168.500000	INFINITY	877.020020
X18	0.000000	1104.030029	X18	1569.119995	INFINITY	104.030029
X19	0.000000	1085.939941	X19	1816.849976	INFINITY	085.939941
X110	0.000000	678.313049	X110	995.580017	INFINITY	678.312988
X111	0.000000	081.660034	X111	2084.070068	INFINITY	081.660156
X112	0.000000	212.410034	X112	2403.750000	INFINITY	212.410034
X113	0.000000	047.199951	X113	1352.069946	INFINITY	047.199951
X114	0.000000	638.489990	X114	1066.359985	INFINITY	38.489990
X115	0.000000	384.299988	X115	882.299988	INFINITY	384.299988
X116	0.000000	892.700012	X116	1156.859985	INFINITY	92.699951
X117	0.000000	184.920044	X117	1620.000000	INFINITY	184.920044
X118	0.000000	212.939941	X118	2147.139893	INFINITY	212.939941
X119	0.000000	115.449951	X119	1285.500000	INFINITY	115.449951
X120	0.000000	822.420044	X120	1315.670044	INFINITY	22.420044
X121	14580.429688	.000000	X121	698.000000	540.020020	INFINITY
X21	0.000000	383.839996	X21	912.500000	INFINITY	383.840027
X22	0.000000	383.310059	X22	1082.670044	INFINITY	383.310059
X23	0.000000	323.570007	X23	535.710022	INFINITY	323.570007
X24	0.000000	577.100037	X24	1357.140015	INFINITY	577.100037
X25	0.000000	382.939972	X25	1011.419983	INFINITY	382.940002
X26	0.000000	432.759979	X26	985.169983	INFINITY	432.760010
X27	0.000000	118.519997	X27	410.000000	INFINITY	118.519989

X28	0.000000	309.550018	X28	774.640015	INFINITY	309.550018
X29	0.000000	431.589996	X29	1162.500000	INFINITY	431.590027
X210	0.000000	18.442997	X210	335.709991	INFINITY	18.442993
X211	0.000000	446.159943	X211	1448.569946	INFINITY	46.159973
X212	0.000000	430.259979	X212	1621.599976	INFINITY	30.260010
X213	0.000000	354.049988	X213	658.919983	INFINITY	354.049988
X214	0.000000	230.520020	X214	658.390015	INFINITY	230.520020
X215	0.000000	61.280029	X215	559.280029	INFINITY	61.280029
X216	0.000000	227.260010	X216	491.420013	INFINITY	227.260010
X217	0.000000	382.950043	X217	818.030029	INFINITY	382.950043
X218	0.000000	430.799988	X218	1365.000000	INFINITY	30.799988
X219	0.000000	338.870026	X219	508.920013	INFINITY	338.869995
X220	0.000000	304.419983	X220	797.669983	INFINITY	304.419983
X221	0.000000	862.530029	X221	1560.530029	INFINITY	62.530029
X31	0.000000	64.099976	X31	542.849976	INFINITY	64.100006
X32	5050.759766	0.000000	X32	649.450012	0.000027	1.080017
X33	0.000000	135.660019	X33	297.890015	INFINITY	135.660019
X34	0.000000	47.719975	X34	777.849976	INFINITY	47.719997
X35	0.000000	0.000007	X35	578.570007	INFINITY	0.000027
X36	24385.869141	.000000	X36	502.500000	8.040024	INFINITY
X37	14724.580078	.000000	X37	241.570007	118.519989	INFINITY
X38	0.000000	39.820000	X38	455.000000	INFINITY	39.820004
X39	16327.230469	.000000	X39	681.000000	1.080017	INFINITY
X310	16924.740234	.000000	X310	267.356995	18.442993	INFINITY
X311	14262.980469	.000000	X311	952.500000	10.970032	INFINITY
X312	0.000000	47.320000	X312	1188.750000	INFINITY	47.320034
X313	0.000000	25.290001	X313	280.250000	INFINITY	25.290005
X314	7727.279785	.000000	X314	377.959991	123.760010	INFINITY
X315	5633.339844	.000000	X315	448.089996	32.789978	INFINITY
X316	6554.330078	.000000	X316	214.250000	227.260010	INFINITY
X317	5998.470215	.000000	X317	385.170013	50.670013	INFINITY
X318	0.000000	47.309975	X318	931.599976	INFINITY	47.309963
X319	4420.819824	.000000	X319	120.139999	135.500000	INFINITY
X320	2357.389893	.000000	X320	443.339996	198.120026	INFINITY
X321	0.000000	227.500000	X321	1875.589966	INFINITY	227.500000
X41	0.000000	269.910004	X41	798.570007	INFINITY	269.910034
X42	2503.810059	0.000000	X42	699.359985	18.442993	49.910000
X43	33939.949219	.000000	X43	212.139999	135.660019	INFINITY
X44	0.000000	47.629982	X44	827.669983	INFINITY	47.630005
X45	0.000000	88.840004	X45	717.320007	INFINITY	88.840027
X46	0.000000	213.660004	X46	766.070007	INFINITY	213.660034
X47	0.000000	244.230026	X47	535.710022	INFINITY	244.230011
X48	0.000000	186.329987	X48	651.419983	INFINITY	186.329987

X49	0.000000	48.550022	X49	779.460022	INFINITY	48.550049
X410	0.000000	151.303009	X410	468.570007	INFINITY	151.303009
X411	0.000000	63.659946	X411	1066.069946	INFINITY	63.659973
X412	0.000000	47.229946	X412	1238.569946	INFINITY	47.229980
X413	0.000000	230.840027	X413	535.710022	INFINITY	230.840027
X414	0.000000	304.979980	X414	732.849976	INFINITY	304.979980
X415	0.000000	283.469971	X415	781.469971	INFINITY	283.469971
X416	0.000000	229.899994	X416	494.059998	INFINITY	229.899994
X417	0.000000	85.630020	X417	520.710022	INFINITY	85.630035
X418	0.000000	47.219982	X418	981.419983	INFINITY	47.219971
X419	0.000000	293.340027	X419	463.390015	INFINITY	293.340027
X420	0.000000	208.669983	X420	701.919983	INFINITY	208.669983
X421	0.000000	458.899902	X421	2156.899902	INFINITY	458.899902
X51	53800.921875	.000000	X51	260.709991	24.480042	0.710007
X52	0.000000	24.480015	X52	455.890015	INFINITY	24.480042
X53	0.000000	427.309998	X53	371.500000	INFINITY	427.309998
X54	0.000000	71.829987	X54	583.919983	INFINITY	71.830017
X55	0.000000	24.640013	X55	385.170013	INFINITY	24.640045
X56	0.000000	152.539993	X56	437.000000	INFINITY	152.540039
X57	0.000000	244.320007	X57	267.850006	INFINITY	244.320007
X58	18553.279297	.000000	X58	197.139999	0.710007	INFINITY
X59	0.000000	37.040001	X59	500.000000	INFINITY	37.040039
X510	0.000000	332.183014	X510	381.500000	INFINITY	332.183014
X511	0.000000	33.040001	X511	767.500000	INFINITY	33.040039
X512	0.000000	71.430008	X512	994.820007	INFINITY	71.430054
X513	0.000000	53.080002	X513	90.000000	INFINITY	53.080017
X514	0.000000	198.360001	X514	358.279999	INFINITY	198.360016
X515	0.000000	323.869995	X515	553.919983	INFINITY	323.869995
X516	0.000000	482.360016	X516	478.570007	INFINITY	482.360016
X517	0.000000	87.870003	X517	255.000000	INFINITY	87.870026
X518	0.000000	71.960022	X518	738.210022	INFINITY	71.960022
X519	0.000000	270.250000	X519	172.350006	INFINITY	270.250000
X520	0.000000	198.120010	X520	423.420013	INFINITY	198.120026
X521	0.000000	596.449951	X521	2026.500000	INFINITY	596.449951
X61	76481.937500	.000000	X61	314.279999	0.710007	1.080017
X62	739.979980	0.000000	X62	484.980011	1.080017	0.000027
X63	0.000000	557.309998	X63	555.070007	INFINITY	557.309998
X64	0.000000	47.730015	X64	613.390015	INFINITY	47.730042
X65	26622.869141	.000000	X65	414.100006	0.000027	INFINITY
X66	0.000000	340.540009	X66	678.570007	INFINITY	340.540039
X67	0.000000	123.070000	X67	200.169998	INFINITY	123.069992
X68	0.000000	0.709998	X68	251.419998	INFINITY	0.710007
X69	0.000000	10.970000	X69	527.500000	INFINITY	10.970032

X610	0.000000	315.113007	X610	418.000000	INFINITY	315.113007
X611	0.000000	10.970000	X611	799.000000	INFINITY	10.970032
X612	0.000000	47.320030	X612	1024.280029	INFINITY	47.320068
X613	0.000000	37.759998	X613	128.250000	INFINITY	37.760010
X614	0.000000	123.760002	X614	337.250000	INFINITY	123.760010
X615	0.000000	253.590027	X615	537.210022	INFINITY	253.590027
X616	0.000000	348.779999	X616	398.559998	INFINITY	348.779999
X617	0.000000	88.580002	X617	309.279999	INFINITY	88.580017
X618	0.000000	47.320015	X618	767.140015	INFINITY	47.320007
X619	0.000000	266.899994	X619	222.570007	INFINITY	266.900024
X620	0.000000	399.700012	X620	678.570007	INFINITY	399.700012
X621	0.000000	529.270020	X621	2012.890015	INFINITY	529.270020
X71	35720.859375	.000000	X71	185.350006	1.080017	46.940048
X72	0.000000	55.550007	X72	411.600006	INFINITY	55.550018
X73	0.000000	662.059998	X73	530.890015	INFINITY	662.059998
X74	18045.099609	.000000	X74	436.730011	46.940048	0.119965
X75	0.000000	31.699995	X75	316.869995	INFINITY	31.700012
X76	0.000000	26.610006	X76	235.710007	INFINITY	26.610031
X77	0.000000	623.250000	X77	571.419983	INFINITY	623.250000
X78	0.000000	27.669996	X78	149.449997	INFINITY	27.669998
X79	0.000000	1.079993	X79	388.679993	INFINITY	1.080017
X710	0.000000	616.363037	X710	590.320007	INFINITY	616.363037
X711	0.000000	15.879980	X711	674.979980	INFINITY	15.880005
X712	9668.089844	.000000	X712	848.030029	44.410065	INFINITY
X713	0.000000	268.709991	X713	230.270004	INFINITY	268.710022
X714	0.000000	377.179993	X714	461.739990	INFINITY	377.179993
X715	0.000000	578.529968	X715	733.219971	INFINITY	578.529968
X716	0.000000	619.590027	X716	540.440002	INFINITY	619.589966
X717	0.000000	359.650024	X717	451.420013	INFINITY	359.650024
X718	5071.759766	.000000	X718	590.890015	0.119965	INFINITY
X719	0.000000	602.539978	X719	429.279999	INFINITY	602.539978
X720	0.000000	363.440002	X720	513.380005	INFINITY	363.440002
X721	0.000000	995.840088	X721	2350.530029	INFINITY	995.840088
X81	0.000000	37.790001	X81	400.000000	INFINITY	37.790024
X82	47451.011719	.000000	X82	532.909973	0.290024	25.290005
X83	0.000000	293.589996	X83	339.279999	INFINITY	293.589996
X84	0.000000	46.940029	X84	660.530029	INFINITY	46.940048
X85	0.000000	0.290007	X85	462.320007	INFINITY	0.290024
X86	0.000000	8.040000	X86	394.000000	INFINITY	8.040024
X87	0.000000	126.040009	X87	251.070007	INFINITY	126.039993
X88	0.000000	1.360000	X88	300.000000	INFINITY	1.360001
X89	0.000000	8.040000	X89	572.500000	INFINITY	8.040024
X810	0.000000	246.823013	X810	397.640015	INFINITY	246.823013

X811	0.000000	164.039993	X811	1000.000000	INFINITY	64.040024
X812	0.000000	47.069962	X812	1071.959961	INFINITY	47.069992
X813	4494.040039	0.000000	X813	138.419998	25.290005	INFINITY
X814	0.000000	126.720016	X814	388.140015	INFINITY	126.720016
X815	0.000000	245.879990	X815	577.429993	INFINITY	245.879990
X816	0.000000	253.680008	X816	351.390015	INFINITY	253.680008
X817	0.000000	89.220009	X817	357.850006	INFINITY	89.220016
X818	0.000000	47.599976	X818	815.349976	INFINITY	47.599960
X819	0.000000	135.500000	X819	139.100006	INFINITY	135.500000
X820	0.000000	262.480042	X820	589.280029	INFINITY	262.480042
X821	0.000000	440.039917	X821	1971.589966	INFINITY	440.039917
X91	0.000000	110.660004	X91	242.850006	INFINITY	110.660034
X92	0.000000	37.560013	X92	340.450012	INFINITY	37.560028
X93	0.000000	809.330017	X93	625.000000	INFINITY	809.330017
X94	13850.709961	.000000	X94	383.570007	0.119965	INFINITY
X95	0.000000	14.409998	X95	246.419998	INFINITY	14.410019
X96	0.000000	151.200012	X96	307.140015	INFINITY	151.200043
X97	0.000000	565.739990	X97	460.750000	INFINITY	565.739990
X98	0.000000	33.520000	X98	102.139999	INFINITY	33.520004
X99	0.000000	112.700012	X99	447.140015	INFINITY	112.700043
X910	0.000000	673.302979	X910	594.099976	INFINITY	673.302979
X911	0.000000	269.059998	X911	875.000000	INFINITY	269.060028
X912	0.000000	44.410030	X912	839.280029	INFINITY	44.410065
X913	0.000000	327.309998	X913	235.710007	INFINITY	327.309998
X914	0.000000	440.020020	X914	471.420013	INFINITY	440.020020
X915	0.000000	641.250000	X915	742.780029	INFINITY	641.250000
X916	0.000000	676.489990	X916	544.179993	INFINITY	676.489990
X917	0.000000	50.669998	X917	89.279999	INFINITY	50.670013
X918	0.000000	0.119976	X918	537.849976	INFINITY	0.119965
X919	0.000000	673.559998	X919	447.140015	INFINITY	673.559998
X920	0.000000	528.219971	X920	625.000000	INFINITY	528.219971
X921	0.000000	060.699951	X921	2362.229980	INFINITY	060.699951
X101	0.000000	660.620056	X101	1189.280029	INFINITY	60.620056
X102	0.000000	823.849976	X102	1523.209961	INFINITY	23.849976
X103	0.000000	628.390015	X103	840.530029	INFINITY	628.390015
X104	0.000000	861.380066	X104	1641.420044	INFINITY	61.380066
X105	0.000000	813.660034	X105	1442.140015	INFINITY	13.660034
X106	0.000000	820.090027	X106	1372.500000	INFINITY	20.090027
X107	0.000000	549.020020	X107	840.500000	INFINITY	549.020020
X108	0.000000	750.440002	X108	1215.530029	INFINITY	50.440063
X109	0.000000	862.299988	X109	1593.209961	INFINITY	62.299988
X1010	0.000000	47.013031	X1010	664.280029	INFINITY	47.013031
X1011	0.000000	81.690002	X1011	1884.099976	INFINITY	81.690002

X1012	0.000000	60.980042	X1012	2052.320068	INFINITY	60.980103
X1013	0.000000	90.130005	X1013	1095.000000	INFINITY	90.130005
X1014	0.000000	61.229980	X1014	789.099976	INFINITY	61.229980
X1015	0.000000	32.789978	X1015	530.789978	INFINITY	32.789978
X1016	0.000000	16.050049	X1016	780.210022	INFINITY	16.050049
X1017	0.000000	42.239929	X1017	1077.319946	INFINITY	42.239990
X1018	0.000000	60.970032	X1018	1795.170044	INFINITY	60.970032
X1019	0.000000	55.840027	X1019	1025.890015	INFINITY	55.840027
X1020	0.000000	62.729980	X1020	1055.979980	INFINITY	62.729980
X1021	0.000000	40.020020	X1021	1238.020020	INFINITY	40.020020
RUN	0.000000	0.000000	RUN	0.000000	INFINITY	0.000000

1.2. Segunda tabla

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES			RIGHTHAND SIDE RANGES			
			ROW	CURRENT	ALLOWABLE	LLOWABLE
			RHS	INCREASE	DECREASE	
2)	158110.234375	.000000	2	172690.671875	INFINITY	158110.234375
3)	180570.812500	.000000	3	180570.812500	INFINITY	180570.812500
4)	0.000000	49.910000	4	124367.789062	2503.810059	5050.759766
5)	81687.648438	0.000000	5	118131.406250	INFINITY	81687.648438
6)	0.000000	267.950012	6	72354.203125	2503.810059	739.979980
7)	0.000000	214.380005	7	103844.789062	2503.810059	739.979980
8)	0.000000	343.309998	8	68505.812500	2503.810059	739.979980
9)	0.000000	166.449997	9	51945.050781	2503.810059	47451.011719
10)	0.000000	396.470001	10	13850.709961	2503.810059	739.979980
11)	26470.849609	.000000	11	26470.849609	INFINITY	26470.849609
12)	0.000000	-528.659973	12	166003.718750	739.979980	2503.810059
13)	0.000000	-699.359985	13	55745.558594	81687.648438	2503.810059
14)	0.000000	-212.139999	14	33939.949219	81687.648438	3939.949219
15)	0.000000	-780.039978	15	31895.810547	739.979980	2503.810059
16)	0.000000	-628.479980	16	26622.869141	739.979980	2503.810059
17)	0.000000	-552.409973	17	24385.869141	5050.759766	2503.810059
18)	0.000000	-291.480011	18	14724.580078	5050.759766	2503.810059
19)	0.000000	-465.089996	19	18553.279297	739.979980	2503.810059
20)	0.000000	-730.909973	20	16327.230469	5050.759766	2503.810059
21)	0.000000	-317.266998	21	16924.740234	5050.759766	2503.810059
22)	0.000000	-1002.409973	22	14262.980469	5050.759766	2503.810059
23)	0.000000	-1191.339966	23	9668.089844	739.979980	2503.810059
24)	0.000000	-304.869995	24	4494.040039	47451.011719	2503.810059
25)	0.000000	-427.869995	25	7727.279785	5050.759766	2503.810059
26)	0.000000	-498.000000	26	5633.339844	5050.759766	2503.810059

27)	0.000000	-264.160004	27	6554.330078	5050.759766	2503.810059
28)	0.000000	-435.079987	28	5998.470215	5050.759766	2503.810059
29)	0.000000	-934.200012	29	5071.759766	739.979980	2503.810059
30)	0.000000	-170.050003	30	4420.819824	5050.759766	2503.810059
31)	0.000000	-493.250000	31	2357.389893	5050.759766	2357.389893
32)	0.000000	-698.000000	32	14580.429688	158110.234375	4580.429688
NO. ITERATIONS= 53						

6.2. Anexo 2.

2.1. Modelo de transporte para mercado abierto

MIN

1482.14X11+1874.73X12+1158.5X13+1994.68X14+1795.60X15+1609X16+1168.5X17
 +1569.12X18+1816.85X19+995.58X110+2084.07X111+2403.75X112+1352.07X113+1
 066.36X114+882.30X115+1156.86X116+1620X117+2147.14X118+1285.5X119+1315.
 67X120+698X121+692.73X122+1409.04X123+202.55X124+490.16X125+1269.13X126
 +1362.95X127+241.12X128+147.93X129+1644.70X130+
 912.5X21+1082.67X22+535.71X23+1357.14X24+1011.42X25+985.17X26+410X27+77
 4.64X28+1162.5X29+335.71X210+1448.57X211+1621.60X212+658.92X213+658.39X2
 14+559.28X215+491.42X216+818.03X217+1365X218+508.92X219+797.67X220+1560
 .53X221+250.71X222+594.11X223+676.07X224+412.5X225+545.35X226+548.03X227
 +634.28X228+758.57X229+978.21X230+
 542.85X31+649.45X32+297.89X33+777.85X34+578.57X35+502.5X36+241.57X37+455
 X38+681X39+267.357X310+952.5X311+1188.75X312+280.25X313+377.96X314+448.
 09X315+214.25X316+385.17X317+931.60X318+120.14X319+443.34X320+1875.59X3
 21+592.71X322+398.57X323+1122.85X324+859.28X325+442.42X326+470X327+1081
 .07X328+1127X329+509X330+
 798.57X41+699.36X42+212.14X43+827.67X44+717.32X45+766.07X46+535.71X47+65
 1.42X48+779.46X49+468.57X410+1066.07X411+1238.57X412+535.71X413+732.85X4
 14+781.47X415+494.06X416+520.71X417+981.42X418+463.39X419+701.92X420+21

56.90X421+782.38X422+71.43X423+1266.96X424+1003.39X425+240.71X426+80.78X
 427+1225.18X428+1349.46X429+532.71X430+
 260.71X51+455.89X52+371.5X53+583.92X54+385.17X55+437X56+267.85X57+197.14
 X58+500X59+381.5X510+767.5X511+994.82X512+90X513+358.28X514+553.92X515
 +478.57X516+255X517+738.21X518+172.35X519+423.42X520+2026.5X521+777.5X5
 22+478.93X523+1286.25X524+1071.96X525+480.5X526+518.03X527+1245X528+127
 7.5X529+642.85X530+
 314.28X61+484.98X62+555.07X63+613.39X64+414.10X65+678.57X66+200.17X67+25
 1.42X68+527.5X69+418X610+799X611+1024.28X612+128.25X613+337.25X614+537.
 21X615+398.56X616+309.28X617+767.14X618+222.57X619+678.57X620+2012.89X6
 21+814.72X622+604.28X623+1270.18X624+1055.35X625+520X626+560.35X627+122
 8.39X628+1262X629+355.5X630+
 185.35X71+411.6X72+530.89X73+436.73X74+316.87X75+235.71X76+571.42X77+149
 .45X78+388.68X79+590.32X710+674.98X711+848.03X712+230.27X713+461.74X714+
 733.22X715+540.44X716+451.42X717+590.89X718+429.28X719+513.38X720+2350.5
 3X721+1005.10X722+621.23X723+1465.76X724+1251.15X725+657.29X726+660.46X
 727+1423.97X728+1548.11X729+272.31X730+
 400X81+532.91X82+339.28X83+660.53X84+462.32X85+394X86+251.07X87+300X88
 +572.5X89+397.64X810+1000X811+1071.96X812+138.42X813+388.14X814+577.43X
 815+351.39X816+357.85X817+815.35X818+139.10X819+589.28X820+1971.59X821+
 571.43X822+548.96X823+1225.71X824+962.14X825+358.5X826+387.32X827+1268.5
 7X828+1221X829+400X830+
 242.85X91+340.45X92+625X93+383.57X94+246.42X95+307.14X96+460.75X97+102.1
 4X98+447.14X99+594.10X910+875X911+839.28X912+235.71X913+471.42X914+742.
 78X915+544.18X916+89.28X917+537.85X918+447.14X919+625X920+2362.23X921+1
 018.55X922+546.96X923+1475.35X924+1261.07X925+657.85X926+664.28X927+143
 4.10X928+1557.85X929+625X930+
 1189.28X101+1523.21X102+840.53X103+1641.42X104+1442.14X105+1372.5X106+8
 40.5X107+1215.53X108+1593.21X109+664.28X1010+1884.10X1011+2052.32X1012+
 1095X1013+789.10X1014+530.79X1015+780.21X1016+1077.32X1017+1795.17X1018
 +1025.89X1019+1055.98X1020+1238.02X1021+455.35X1022+1003.39X1023+468.57

X1024+71.43X1025+957.32X1026+960.53X1027+412.85X1028+433.93X1029+1408.9
3X1030

SUBJECT TO

X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X110+X111+X112+X113+X114+X115+
X116+X117+X118+X119+X120+X121+X122+X123+X124+X125+X126+X127+X128+X1
29+X130=172690.67

X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29+X210+X211+X212+X213+X214+X215+
X216+X217+X218+X219+X220+X221+X222+X223+X224+X225+X226+X227+X228+X2
29+X230=180570.81

X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X39+X310+X311+X312+X313+X314+X315+
X316+X317+X318+X319+X320+X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327+X328+X3
29+X330=124367.79

X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48+X49+X410+X411+X412+X413+X414+X415+
X416+X417+X418+X419+X420+X421+X422+X423+X424+X425+X426+X427+X428+X4
29+X430=118131.41

X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X59+X510+X511+X512+X513+X514+X515+
X516+X517+X518+X519+X520+X521+X522+X523+X524+X525+X526+X527+X528+X5
29+X530=72354.20

X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+X68+X69+X610+X611+X612+X613+X614+X615+
X616+X617+X618+X619+X620+X621+X622+X623+X624+X625+X626+X627+X628+X6
29+X630=103844.79

X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X79+X710+X711+X712+X713+X714+X715+
X716+X717+X718+X719+X720+X721+X722+X723+X724+X725+X726+X727+X728+X7
29+X730=68505.81

X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+X88+X89+X810+X811+X812+X813+X814+X815+
X816+X817+X818+X819+X820+X821+X822+X823+X824+X825+X826+X827+X828+X8
29+X830=51945.05

X91+X92+X93+X94+X95+X96+X97+X98+X99+X910+X911+X912+X913+X914+X915+
X916+X917+X918+X919+X920+X921+X922+X923+X924+X925+X926+X927+X928+X9
29+X930=13850.71

$X_{101}+X_{102}+X_{103}+X_{104}+X_{105}+X_{106}+X_{107}+X_{108}+X_{109}+X_{1010}+X_{1011}+X_{1012}+X_{1013}+X_{1014}+X_{1015}+X_{1016}+X_{1017}+X_{1018}+X_{1019}+X_{1020}+X_{1021}+X_{922}+X_{1023}+X_{1024}+X_{1025}+X_{1026}+X_{1027}+X_{1028}+X_{1029}+X_{1030}=26470.85$
 $X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+X_{71}+X_{81}+X_{91}+X_{101}=166003.72$
 $X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72}+X_{82}+X_{92}+X_{102}=55745.56$
 $X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53}+X_{63}+X_{73}+X_{83}+X_{93}+X_{103}=33939.95$
 $X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54}+X_{64}+X_{74}+X_{84}+X_{94}+X_{104}=31895.81$
 $X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}+X_{65}+X_{75}+X_{85}+X_{95}+X_{105}=26622.87$
 $X_{16}+X_{26}+X_{36}+X_{46}+X_{56}+X_{66}+X_{76}+X_{86}+X_{96}+X_{106}=24385.87$
 $X_{17}+X_{27}+X_{37}+X_{47}+X_{57}+X_{67}+X_{77}+X_{87}+X_{97}+X_{107}=14724.58$
 $X_{18}+X_{28}+X_{38}+X_{48}+X_{58}+X_{68}+X_{78}+X_{88}+X_{98}+X_{108}=18553.28$
 $X_{19}+X_{29}+X_{39}+X_{49}+X_{59}+X_{69}+X_{79}+X_{89}+X_{99}+X_{109}=16327.23$
 $X_{110}+X_{210}+X_{310}+X_{410}+X_{510}+X_{610}+X_{710}+X_{810}+X_{910}+X_{1010}=16924.74$
 $X_{111}+X_{211}+X_{311}+X_{411}+X_{511}+X_{611}+X_{711}+X_{811}+X_{911}+X_{1011}=14262.98$
 $X_{112}+X_{212}+X_{312}+X_{412}+X_{512}+X_{612}+X_{712}+X_{812}+X_{912}+X_{1012}=9668.09$
 $X_{113}+X_{213}+X_{313}+X_{413}+X_{513}+X_{613}+X_{713}+X_{813}+X_{913}+X_{1013}=4494.04$
 $X_{114}+X_{214}+X_{314}+X_{414}+X_{514}+X_{614}+X_{714}+X_{814}+X_{914}+X_{1014}=7727.28$
 $X_{115}+X_{215}+X_{315}+X_{415}+X_{515}+X_{615}+X_{715}+X_{815}+X_{915}+X_{1015}=5633.34$
 $X_{116}+X_{216}+X_{316}+X_{416}+X_{516}+X_{616}+X_{716}+X_{816}+X_{916}+X_{1016}=6554.33$
 $X_{117}+X_{217}+X_{317}+X_{417}+X_{517}+X_{617}+X_{717}+X_{817}+X_{917}+X_{1017}=5998.47$
 $X_{118}+X_{218}+X_{318}+X_{418}+X_{518}+X_{618}+X_{718}+X_{818}+X_{918}+X_{1018}=5071.76$
 $X_{119}+X_{219}+X_{319}+X_{419}+X_{519}+X_{619}+X_{719}+X_{819}+X_{919}+X_{1019}=4420.82$
 $X_{120}+X_{220}+X_{320}+X_{420}+X_{520}+X_{620}+X_{720}+X_{820}+X_{920}+X_{1020}=2357.39$
 $X_{121}+X_{221}+X_{321}+X_{421}+X_{521}+X_{621}+X_{721}+X_{821}+X_{921}+X_{1021}=14580.43$
 $X_{122}+X_{222}+X_{322}+X_{422}+X_{522}+X_{622}+X_{722}+X_{822}+X_{922}+X_{1022}+$
 $X_{123}+X_{223}+X_{323}+X_{423}+X_{523}+X_{623}+X_{723}+X_{823}+X_{923}+X_{1023}+$
 $X_{124}+X_{224}+X_{324}+X_{424}+X_{524}+X_{624}+X_{724}+X_{824}+X_{924}+X_{1024}+$
 $X_{125}+X_{225}+X_{325}+X_{425}+X_{525}+X_{625}+X_{725}+X_{825}+X_{925}+X_{1025}+$
 $X_{126}+X_{226}+X_{326}+X_{426}+X_{526}+X_{626}+X_{726}+X_{826}+X_{926}+X_{1026}+$
 $X_{127}+X_{227}+X_{327}+X_{427}+X_{527}+X_{627}+X_{727}+X_{827}+X_{927}+X_{1027}+$
 $X_{128}+X_{228}+X_{328}+X_{428}+X_{528}+X_{628}+X_{728}+X_{828}+X_{928}+X_{1028}+$

$$X129+X229+X329+X429+X529+X629+X729+X829+X929+X1029+X130+X230+X330+X430+X530+X630+X730+X830+X930+X1030=446839.57$$

6.3. Anexo 3.

3.1. Salida del modelo de mercado abierto

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 54			CONTINUA		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE					
1) 0.2638280E+09					
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	1012.640015	X61	76481.937500	0.000000
X12	0.000000	1234.530029	X62	739.979980	0.000000
X13	0.000000	869.859985	X63	0.000000	421.649994
X14	0.000000	1273.800049	X64	0.000000	47.730015
X15	0.000000	1226.280029	X65	26622.869141	0.000000
X16	0.000000	1115.750000	X66	0.000000	340.540009
X17	0.000000	936.179993	X67	0.000000	123.070000
X18	0.000000	1163.189941	X68	0.000000	0.709998
X19	0.000000	1145.099976	X69	0.000000	10.970000
X110	0.000000	762.650024	X610	0.000000	340.290009
X111	0.000000	1140.820068	X611	0.000000	10.970000
X112	0.000000	1271.569946	X612	0.000000	47.320030
X113	0.000000	1106.359985	X613	0.000000	37.759998
X114	0.000000	697.649963	X614	0.000000	123.760002
X115	0.000000	443.459991	X615	0.000000	253.590027
X116	0.000000	951.859985	X616	0.000000	348.779999
X117	0.000000	1244.079956	X617	0.000000	88.580002
X118	0.000000	1272.099854	X618	0.000000	47.320015
X119	0.000000	1174.609985	X619	0.000000	266.899994
X120	0.000000	881.580017	X620	0.000000	399.700012
X121	14580.429688	.000000	X621	0.000000	1470.109985
X122	0.000000	544.799988	X622	0.000000	822.009949
X123	0.000000	1261.109985	X623	0.000000	611.570007
X124	0.000000	54.620003	X624	0.000000	1277.470093
X125	0.000000	342.230011	X625	0.000000	1062.640015
X126	0.000000	1121.199951	X626	0.000000	527.289978

X127	0.000000	1215.019897	X627	0.000000	567.639954
X128	0.000000	93.189995	X628	0.000000	1235.680054
X129	158110.234375	.000000	X629	0.000000	1269.290039
X130	0.000000	1496.769897	X630	0.000000	362.790009
X21	0.000000	340.220001	X71	35720.859375	0.000000
X22	0.000000	339.690033	X72	0.000000	55.550007
X23	0.000000	144.290024	X73	0.000000	526.400024
X24	0.000000	533.480042	X74	18045.099609	0.000000
X25	0.000000	339.319977	X75	0.000000	31.699995
X26	0.000000	389.139984	X76	0.000000	26.610006
X27	0.000000	74.900002	X77	0.000000	623.250000
X28	0.000000	265.930023	X78	0.000000	27.669996
X29	0.000000	387.970001	X79	0.000000	1.079993
X210	16924.740234	.000000	X710	0.000000	641.539978
X211	0.000000	402.539948	X711	0.000000	15.879980
X212	0.000000	386.639984	X712	9668.089844	0.000000
X213	0.000000	310.429993	X713	0.000000	268.709991
X214	0.000000	186.900009	X714	0.000000	377.179993
X215	0.000000	17.660028	X715	0.000000	578.529968
X216	0.000000	183.640015	X716	0.000000	619.590027
X217	0.000000	339.330017	X717	0.000000	359.650024
X218	0.000000	387.179993	X718	5071.759766	0.000000
X219	0.000000	295.250000	X719	0.000000	602.539978
X220	0.000000	260.799988	X720	0.000000	363.440002
X221	0.000000	759.750000	X721	0.000000	1936.680054
X222	163646.062500	.000000	X722	0.000000	1141.319946
X223	0.000000	343.399994	X723	0.000000	757.449951
X224	0.000000	425.360016	X724	0.000000	1601.979980
X225	0.000000	161.789993	X725	0.000000	1387.369995
X226	0.000000	294.639984	X726	0.000000	793.509949
X227	0.000000	297.320038	X727	0.000000	796.679993
X228	0.000000	383.570038	X728	0.000000	1560.189941
X229	0.000000	507.860016	X729	0.000000	1684.329956
X230	0.000000	727.500000	X730	0.000000	408.529999
X31	0.000000	64.099976	X81	0.000000	37.790001
X32	7554.569824	0.000000	X82	47451.011719	0.000000
X33	14420.929688	0.000000	X83	0.000000	157.929993
X34	0.000000	47.719975	X84	0.000000	46.940029
X35	0.000000	0.000007	X85	0.000000	0.290007
X36	24385.869141	0.000000	X86	0.000000	8.040000
X37	14724.580078	0.000000	X87	0.000000	126.040009
X38	0.000000	39.820000	X88	0.000000	1.360000
X39	16327.230469	0.000000	X89	0.000000	8.040000

X310	0.000000	25.176994	X810	0.000000	272.000000
X311	14262.980469	.000000	X811	0.000000	164.039993
X312	0.000000	47.320000	X812	0.000000	47.069962
X313	0.000000	25.290001	X813	4494.040039	0.000000
X314	7727.279785	0.000000	X814	0.000000	126.720016
X315	5633.339844	0.000000	X815	0.000000	245.879990
X316	6554.330078	0.000000	X816	0.000000	253.680008
X317	5998.470215	0.000000	X817	0.000000	89.220009
X318	0.000000	47.309975	X818	0.000000	47.599976
X319	4420.819824	0.000000	X819	0.000000	135.500000
X320	2357.389893	0.000000	X820	0.000000	262.480042
X321	0.000000	1168.339966	X821	0.000000	1380.880005
X322	0.000000	435.530029	X822	0.000000	530.789978
X323	0.000000	241.390015	X823	0.000000	508.320007
X324	0.000000	965.669983	X824	0.000000	1185.069946
X325	0.000000	702.100037	X825	0.000000	921.500000
X326	0.000000	285.240021	X826	0.000000	317.859985
X327	0.000000	312.820007	X827	0.000000	346.679993
X328	0.000000	923.889954	X828	0.000000	1227.929932
X329	0.000000	969.820007	X829	0.000000	1180.359985
X330	0.000000	351.820007	X830	0.000000	359.359985
X41	0.000000	405.570007	X91	0.000000	110.660004
X42	0.000000	135.659988	X92	0.000000	37.560013
X43	19519.019531	0.000000	X93	0.000000	673.669983
X44	0.000000	183.289978	X94	13850.709961	0.000000
X45	0.000000	224.500000	X95	0.000000	14.409998
X46	0.000000	349.320007	X96	0.000000	151.200012
X47	0.000000	379.890015	X97	0.000000	565.739990
X48	0.000000	321.989990	X98	0.000000	33.520000
X49	0.000000	184.210022	X99	0.000000	112.700012
X410	0.000000	312.140015	X910	0.000000	698.479980
X411	0.000000	199.319946	X911	0.000000	269.059998
X412	0.000000	182.889954	X912	0.000000	44.410030
X413	0.000000	366.500031	X913	0.000000	327.309998
X414	0.000000	440.639984	X914	0.000000	440.020020
X415	0.000000	419.129974	X915	0.000000	641.250000
X416	0.000000	365.559998	X916	0.000000	676.489990
X417	0.000000	221.290024	X917	0.000000	50.669998
X418	0.000000	182.879990	X918	0.000000	0.119976
X419	0.000000	429.000000	X919	0.000000	673.559998
X420	0.000000	344.329987	X920	0.000000	528.219971
X421	0.000000	1535.399902	X921	0.000000	2001.540039
X422	0.000000	710.950012	X922	0.000000	1591.849976

X423	98612.390625	.000000	X923	0.000000	736.340027
X424	0.000000	1195.529907	X924	0.000000	1664.729980
X425	0.000000	931.960022	X925	0.000000	1450.449951
X426	0.000000	169.280014	X926	0.000000	847.229980
X427	0.000000	9.349998	X927	0.000000	853.660034
X428	0.000000	1153.750000	X928	0.000000	1623.479980
X429	0.000000	1278.029907	X929	0.000000	1747.229980
X430	0.000000	461.280029	X930	0.000000	814.380005
X51	53800.921875	0.000000	X101	0.000000	796.280029
X52	0.000000	24.480015	X102	0.000000	959.509949
X53	0.000000	291.649994	X103	0.000000	628.390015
X54	0.000000	71.829987	X104	0.000000	997.040039
X55	0.000000	24.640013	X105	0.000000	949.320007
X56	0.000000	152.539993	X106	0.000000	955.750000
X57	0.000000	244.320007	X107	0.000000	684.679993
X58	18553.279297	0.000000	X108	0.000000	886.100037
X59	0.000000	37.040001	X109	0.000000	997.959961
X510	0.000000	357.359985	X1010	0.000000	507.850037
X511	0.000000	33.040001	X1011	0.000000	017.349976
X512	0.000000	71.430008	X1012	0.000000	996.640076
X513	0.000000	53.080002	X1013	0.000000	925.789978
X514	0.000000	198.360001	X1014	0.000000	496.889984
X515	0.000000	323.869995	X1015	0.000000	168.449982
X516	0.000000	482.360016	X1016	0.000000	651.710022
X517	0.000000	87.870003	X1017	0.000000	777.899963
X518	0.000000	71.960022	X1018	0.000000	996.630066
X519	0.000000	270.250000	X1019	0.000000	991.500000
X520	0.000000	198.120010	X1020	0.000000	698.389954
X521	0.000000	1537.290039	X1021	0.000000	616.520020
X522	0.000000	838.359985	X1022	0.010000	0.000000
X523	0.000000	539.789978	X1023	0.000000	931.960022
X524	0.000000	1347.109985	X1024	0.000000	397.140015
X525	0.000000	1132.819946	X1025	26470.849609	.000000
X526	0.000000	541.359985	X1026	0.000000	885.890015
X527	0.000000	578.890015	X1027	0.000000	889.100037
X528	0.000000	1305.859985	X1028	0.000000	341.420013
X529	0.000000	1338.359985	X1029	0.000000	362.500000
X530	0.000000	703.709961	X1030	0.000000	337.500000

3.2. Segunda tabla

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	RIGHTHAND SIDE RANGES
-----	------------------	-------------	-----------------------

			ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
			RHS	INCREASE	ECREASE	
2)	0.000000	307.420013	2	172690.671875	0.010000	58110.234375
3)	0.000000	204.639999	3	180570.812500	0.010000	63646.062500
4)	0.000000	298.170013	4	124367.789062	0.010000	14420.929688
5)	0.000000	383.920013	5	118131.406250	0.010000	98612.390625
6)	0.000000	516.210022	6	72354.203125	0.010000	739.979980
7)	0.000000	462.640015	7	103844.789062	0.010000	739.979980
8)	0.000000	591.570007	8	68505.812500	0.010000	739.979980
9)	0.000000	414.709991	9	51945.050781	0.010000	14420.929688
10)	0.000000	644.729980	10	13850.709961	0.010000	739.979980
11)	0.000000	383.920013	11	26470.849609	0.010000	6470.849609
12)	0.000000	-776.919983	12	166003.718750	739.979980	0.010000
13)	0.000000	-947.619995	13	55745.558594	14420.929688	.010000
14)	0.000000	-596.059998	14	33939.949219	98612.390625	.010000
15)	0.000000	-1028.300049	15	31895.810547	739.979980	0.010000
16)	0.000000	-876.739990	16	26622.869141	739.979980	0.010000
17)	0.000000	-800.669983	17	24385.869141	14420.929688	.010000
18)	0.000000	-539.739990	18	14724.580078	14420.929688	.010000
19)	0.000000	-713.349976	19	18553.279297	739.979980	0.010000
20)	0.000000	-979.169983	20	16327.230469	14420.929688	.010000
21)	0.000000	-540.349976	21	16924.740234	163646.062500	0.010000
22)	0.000000	-1250.670044	22	14262.980469	14420.929688	0.010000
23)	0.000000	-1439.599976	23	9668.089844	739.979980	0.010000
24)	0.000000	-553.130005	24	4494.040039	14420.929688	0.010000
25)	0.000000	-676.130005	25	7727.279785	14420.929688	0.010000
26)	0.000000	-746.260010	26	5633.339844	14420.929688	0.010000
27)	0.000000	-512.419983	27	6554.330078	14420.929688	0.010000
28)	0.000000	-683.340027	28	5998.470215	14420.929688	0.010000
29)	0.000000	-1182.459961	29	5071.759766	739.979980	0.010000
30)	0.000000	-418.309998	30	4420.819824	14420.929688	0.010000
31)	0.000000	-741.510010	31	2357.389893	14420.929688	0.010000
32)	0.000000	-1005.419983	32	14580.429688	158110.234375	.010000
33)	0.000000	-455.350006	33	446839.562500	INFINITY	0.010000
NO. ITERATIONS= 54						

6.4. Anexo 4.

4.1. Modelo de transporte para potencial cerrado

MIN

1482.14Xa1+1874.73Xa2+1158.5Xa3+1994.68Xa4+1795.60Xa5+1609Xa6+1168.5Xa7
+1569.12Xa8+1816.85Xa9+995.58Xa10+2084.07Xa11+2403.75Xa12+1352.07Xa13+1
066.36Xa14+1620Xa15+2147.14Xa16+1285.5Xa17+1315.67Xa18+

912.5X21+1082.67X22+535.71X23+1357.14X24+1011.43X25+985.18X26+410X27+77
4.64X28+1162.5X29+335.71X210+1448.57X211+1621.60X212+658.93X213+658.39X2
14+818.03X215+1365X216+508.93X217+797.67X218+
542.85X31+649.45X32+297.89X33+777.85X34+578.57X35+502.5X36+241.57X37+455
X38+681X39+267.35X310+952.5X311+1188.75X312+280.25X313+377.96X314+385.1
7X315+931.60X316+120.14X317+443.34X318+
798.57X41+699.36X42+212.14X43+827.67X44+717.32X45+766.07X46+535.71X47+65
1.43X48+779.46X49+468.57X410+1066.07X411+1238.5X412+535.71X413+732.85X41
4+520.71X415+981.43X416+463.39X417+701.92X418+
260.71X51+455.89X52+371.5X53+583.92X54+385.17X55+437X56+267.85X57+197.14
X58+500X59+381.5X510+767.5X511+994.82X512+90X513+358.28X514+255X515+73
8.21X516+172.35X517+423.42X518+
314.28X61+484.98X62+555.07X63+613.39X64+414.10X65+678.57X66+200.17X67+25
1.42X68+527.5X69+418X610+799X611+1024.28X612+128.25X613+337.25X614+309.
28X615+767.14X616+222.57X617+678.57X618+
185.35X71+411.6X72+530.89X73+436.73X74+316.87X75+235.71X76+571.42X77+149
.45X78+388.68X79+590.32X710+674.98X711+848.03X712+230.27X713+461.74X714+
451.42X715+590.89X716+429.28X717+513.38X718+
400X81+532.91X82+339.28X83+660.53X84+462.32X85+394X86+251.07X87+300X88
+572.5X89+397.64X810+1000X811+1071.96X812+138.43X813+388.14X814+357.85X
815+815.35X816+139.10X817+589.28X818+
242.85X91+340.45X92+625X93+383.57X94+246.42X95+307.14X96+460.75X97+102.1
4X98+447.14X99+594.10X910+875X911+839.28X912+235.71X913+471.43X914+89.2
8X915+537.85X916+447.14X917+625X918+

1189.28X101+1523.21X102+840.53X103+1641.42X104+1442.14X105+1372.5X106+840.5X107+1215.53X108+1593.21X109+664.28X1010+1884.10X1011+2052.32X1012+1095X1013+789.10X1014+1077.32X1015+1795.17X1016+1025.89X1017+1055.98X1018+

734.64X111+1005.28X112+767.85X113+1123.09X114+924.01X115+855X116+535.71X117+697.53X118+1075.04X119+419.32X1110+1361.34X1111+1534.28X1112+577.05X1113+361.25X1114+742.5X1115+1277.67X1116+607.14X1117+538.06X1118+

550X121+842.046X122+410.714X123+1357.14X124+771.00X125+744.64X126+464.28X127+533.81X128+922.02X129+71.43X1210+1208.33X1211+1381.07X1212+418.42X1213+417.58X1214+577.5X1215+1124.46X1216+357.85X1217+556.29X1218+

2142.85X131+2622.59X132+1193.46X133+2742.54X134+2543.46X135+2307X136+1866.5X137+2316.98X138+2514.85X139+1693.58X1310+2782.07X1311+3151.60X1312+2050.07X1313+1764.36X1314+2368.93X1315+2895X1316+1983.5X1317+2013.67X1318

SUBJECT TO

Xa1+Xa2+Xa3+Xa4+Xa5+Xa6+Xa7+Xa8+Xa9+Xa10+Xa11+Xa12+Xa13+Xa14+Xa15+Xa16+Xa17+Xa18<=183343.53

X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29+X210+X211+X212+X213+X214+X215+X216+X217+X218<=227549.63

X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X39+X310+X311+X312+X313+X314+X315+X316+X317+X318<=124367.79

X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48+X49+X410+X411+X412+X413+X414+X415+X416+X417+X418<=163702.83

$$X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X59+X510+X511+X512+X513+X514+X515+X516+X517+X518 \leq 138813.40$$

$$X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+X68+X69+X610+X611+X612+X613+X614+X615+X616+X617+X618 \leq 137571.33$$

$$X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X79+X710+X711+X712+X713+X714+X715+X716+X717+X718 \leq 136163.11$$

$$X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+X88+X89+X810+X811+X812+X813+X814+X815+X816+X817+X818 \leq 51945.05$$

$$X91+X92+X93+X94+X95+X96+X97+X98+X99+X910+X911+X912+X913+X914+X915+X916+X917+X918 \leq 34588.27$$

$$X101+X102+X103+X104+X105+X106+X107+X108+X109+X1010+X1011+X1012+X1013+X1014+X1015+X1016+X1017+X1018 \leq 41721.56$$

$$X111+X112+X113+X114+X115+X116+X117+X118+X119+X1110+X1111+X1112+X1113+X1114+X1115+X1116+X1117+X1118 \leq 13347.21$$

$$X121+X122+X123+X124+X125+X126+X127+X128+X129+X1210+X1211+X1212+X1213+X1214+X1215+X1216+X1217+X1218 \leq 13071.21$$

$$X131+X132+X133+X134+X135+X136+X137+X138+X139+X1310+X1311+X1312+X1313+X1314+X1315+X1316+X1317+X1318 \leq 1555.11$$

$$Xa1+X21+X31+X41+X51+X61+X71+X81+X91+X101+X111+X121+X131 = 151551.68$$

$$Xa2+X22+X32+X42+X52+X62+X72+X82+X92+X102+X112+X122+X132 = 55745.56$$

$$Xa3+X23+X33+X43+X53+X63+X73+X83+X93+X103+X113+X123+X133=33573.95$$

$$Xa4+X24+X34+X44+X54+X64+X74+X84+X94+X104+X114+X124+X134=30494.56$$

$$Xa5+X25+X35+X45+X55+X65+X75+X85+X95+X105+X115+X125+X135=25022.57$$

$$Xa6+X26+X36+X46+X56+X66+X76+X86+X96+X106+X116+X126+X136=4494.04$$

$$Xa7+X27+X37+X47+X57+X67+X77+X87+X97+X107+X117+X127+X137=10422.93$$

$$Xa8+X28+X38+X48+X58+X68+X78+X88+X98+X108+X118+X128+X138=18553.28$$

$$Xa9+X29+X39+X49+X59+X69+X79+X89+X99+X109+X119+X129+X139=10727.23$$

$$Xa10+X210+X310+X410+X510+X610+X710+X810+X910+X1010+X1110+X1210+X1310=11640.36$$

$$Xa11+X211+X311+X411+X511+X611+X711+X811+X911+X1011+X1111+X1211+X1311=14262.98$$

$$Xa12+X212+X312+X412+X512+X612+X712+X812+X912+X1012+X1112+X1212+X1312=9668.09$$

$$Xa13+X213+X313+X413+X513+X613+X713+X813+X913+X1013+X1113+X1213+X1313=4494.04$$

$$Xa14+X214+X314+X414+X514+X614+X714+X814+X914+X1014+X1114+X1214+X1314=7727.28$$

$$Xa15+X215+X315+X415+X515+X615+X715+X815+X915+X1015+X1115+X1215+X1315=6390.42$$

$$Xa16+X216+X316+X416+X516+X616+X716+X816+X916+X1016+X1116+X1216+X1316=5998.47$$

$$Xa17+X217+X317+X417+X517+X617+X717+X817+X917+X1017+X1117+X1217+X1317=3887.7565$$

Xa18+X218+X318+X418+X518+X618+X718+X818+X918+X1018+X1118+X1218+X1318=2734.82

RUN

6.5. Anexo 5.

5.1 Salida del modelo mercado potencial cerrado

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 32			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 0.1258075E+09						
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
XA1	0.000000	1192.339966	XA1	1482.140015	INFINITY	192.340088
XA2	0.000000	1389.750000	XA2	1874.729980	INFINITY	389.750000
XA3	0.000000	946.359985	XA3	1158.500000	INFINITY	946.359985
XA4	0.000000	1453.500000	XA4	1994.680054	INFINITY	453.500000
XA5	0.000000	1391.569946	XA5	1795.599976	INFINITY	391.569946
XA6	0.000000	1268.839966	XA6	1609.000000	INFINITY	268.839966
XA7	0.000000	968.330017	XA7	1168.500000	INFINITY	968.330017
XA8	0.000000	1342.890015	XA8	1569.119995	INFINITY	342.890015
XA9	0.000000	1323.719971	XA9	1816.849976	INFINITY	323.719971
XA10	0.000000	924.150024	XA10	995.580017	INFINITY	924.150024
XA11	0.000000	304.640015	XA11	2084.070068	INFINITY	304.640137
XA12	0.000000	451.270020	XA12	2403.750000	INFINITY	451.270020
XA13	0.000000	232.979980	XA13	1352.069946	INFINITY	232.979980
XA14	0.000000	729.109985	XA14	1066.359985	INFINITY	29.109985
XA15	0.000000	373.109985	XA15	1620.000000	INFINITY	1373.109985
XA16	0.000000	451.799927	XA16	2147.139893	INFINITY	451.799805
XA17	0.000000	165.359985	XA17	1285.500000	INFINITY	165.359985
XA18	0.000000	872.330017	XA18	1315.670044	INFINITY	72.330078
X21	0.000000	622.700012	X21	912.500000	INFINITY	622.700012
X22	0.000000	597.690063	X22	1082.670044	INFINITY	597.690063
X23	0.000000	323.570007	X23	535.710022	INFINITY	323.570007
X24	0.000000	815.960022	X24	1357.140015	INFINITY	815.960022
X25	0.000000	607.399963	X25	1011.429993	INFINITY	607.400024

X26	0.000000	645.020020	X26	985.179993	INFINITY	645.020020
X27	0.000000	209.830002	X27	410.000000	INFINITY	209.830002
X28	0.000000	548.410034	X28	774.640015	INFINITY	548.410034
X29	0.000000	669.369995	X29	1162.500000	INFINITY	669.369995
X210	0.000000	264.279999	X210	335.709991	INFINITY	264.279999
X211	0.000000	669.139954	X211	1448.569946	INFINITY	669.139954
X212	0.000000	669.119995	X212	1621.599976	INFINITY	669.119995
X213	0.000000	539.839966	X213	658.929993	INFINITY	539.839966
X214	0.000000	321.140015	X214	658.390015	INFINITY	321.140015
X215	0.000000	571.140015	X215	818.030029	INFINITY	571.140015
X216	0.000000	669.659973	X216	1365.000000	INFINITY	669.659973
X217	0.000000	388.789978	X217	508.929993	INFINITY	388.789978
X218	0.000000	354.329987	X218	797.669983	INFINITY	354.329987
X31	0.000000	253.049973	X31	542.849976	INFINITY	253.049988
X32	0.000000	164.470016	X32	649.450012	INFINITY	164.470001
X33	0.000000	85.750015	X33	297.890015	INFINITY	85.750015
X34	0.000000	236.669983	X34	777.849976	INFINITY	236.669983
X35	0.000000	174.540009	X35	578.570007	INFINITY	174.540009
X36	0.000000	162.339996	X36	502.500000	INFINITY	162.339996
X37	0.000000	41.400009	X37	241.570007	INFINITY	41.400009
X38	0.000000	228.770004	X38	455.000000	INFINITY	228.770004
X39	0.000000	187.869995	X39	681.000000	INFINITY	187.869995
X310	0.000000	195.920013	X310	267.350006	INFINITY	195.920013
X311	0.000000	173.070007	X311	952.500000	INFINITY	173.070007
X312	0.000000	236.270004	X312	1188.750000	INFINITY	236.270020
X313	0.000000	161.160004	X313	280.250000	INFINITY	161.160004
X314	0.000000	40.709991	X314	377.959991	INFINITY	40.709991
X315	0.000000	138.280014	X315	385.170013	INFINITY	138.280014
X316	0.000000	236.259979	X316	931.599976	INFINITY	236.259949
X317	3887.756592	0.000000	X317	120.139999	0.000000	INFINITY
X318	2734.820068	0.000000	X318	443.339996	0.000000	INFINITY
X41	0.000000	508.770020	X41	798.570007	INFINITY	508.770020
X42	0.000000	214.379990	X42	699.359985	INFINITY	214.379974
X43	33573.949219	0.000000	X43	212.139999	0.000000	INFINITY
X44	0.000000	286.489990	X44	827.669983	INFINITY	286.489990
X45	0.000000	313.290009	X45	717.320007	INFINITY	313.290009
X46	0.000000	425.910004	X46	766.070007	INFINITY	425.910004
X47	0.000000	335.540009	X47	535.710022	INFINITY	335.540039
X48	0.000000	425.199982	X48	651.429993	INFINITY	425.200012
X49	0.000000	286.330017	X49	779.460022	INFINITY	286.330017
X410	0.000000	397.140015	X410	468.570007	INFINITY	397.140015
X411	0.000000	286.639954	X411	1066.069946	INFINITY	286.639954
X412	0.000000	286.019989	X412	1238.500000	INFINITY	286.020020

X413	0.000000	416.620026	X413	535.710022	INFINITY	416.620026
X414	0.000000	395.599976	X414	732.849976	INFINITY	395.599976
X415	0.000000	273.820007	X415	520.710022	INFINITY	273.820007
X416	0.000000	286.089996	X416	981.429993	INFINITY	286.089996
X417	0.000000	343.250000	X417	463.390015	INFINITY	343.250000
X418	0.000000	258.579987	X418	701.919983	INFINITY	258.579987
X51	87858.671875	0.000000	X51	260.709991	0.000000	13.080002
X52	27907.419922	0.000000	X52	455.890015	0.000000	9.160004
X53	0.000000	188.449997	X53	371.500000	INFINITY	188.449997
X54	0.000000	71.829987	X54	583.919983	INFINITY	71.829987
X55	0.000000	10.230014	X55	385.170013	INFINITY	10.230015
X56	0.000000	125.930000	X56	437.000000	INFINITY	125.929993
X57	0.000000	96.770004	X57	267.850006	INFINITY	96.770004
X58	18553.279297	0.000000	X58	197.139999	0.000000	INFINITY
X59	0.000000	35.959999	X59	500.000000	INFINITY	35.959995
X510	0.000000	339.160004	X510	381.500000	INFINITY	339.160004
X511	0.000000	17.160000	X511	767.500000	INFINITY	17.160007
X512	0.000000	71.430008	X512	994.820007	INFINITY	71.430023
X513	4494.040039	0.000000	X513	90.000000	0.000000	INFINITY
X514	0.000000	50.119999	X514	358.279999	INFINITY	50.119999
X515	0.000000	37.200001	X515	255.000000	INFINITY	37.200001
X516	0.000000	71.960022	X516	738.210022	INFINITY	71.959991
X517	0.000000	81.300003	X517	172.350006	INFINITY	81.300003
X518	0.000000	9.170013	X518	423.420013	INFINITY	9.170017
X61	0.000000	24.480000	X61	314.279999	INFINITY	24.480011
X62	27838.140625	0.000000	X62	484.980011	0.000000	9.170017
X63	0.000000	342.929993	X63	555.070007	INFINITY	342.929993
X64	0.000000	72.210014	X64	613.390015	INFINITY	72.210022
X65	0.000000	10.070006	X65	414.100006	INFINITY	10.070007
X66	0.000000	338.410004	X66	678.570007	INFINITY	338.410004
X67	10422.929688	0.000000	X67	200.169998	0.000000	INFINITY
X68	0.000000	25.189999	X68	251.419998	INFINITY	25.190002
X69	0.000000	34.369999	X69	527.500000	INFINITY	34.369995
X610	0.000000	346.570007	X610	418.000000	INFINITY	346.570007
X611	0.000000	19.570000	X611	799.000000	INFINITY	19.570007
X612	0.000000	71.800026	X612	1024.280029	INFINITY	71.800049
X613	0.000000	9.160000	X613	128.250000	INFINITY	9.160004
X614	7727.279785	0.000000	X614	337.250000	0.000000	INFINITY
X615	0.000000	62.389999	X615	309.279999	INFINITY	62.389999
X616	0.000000	71.800018	X616	767.140015	INFINITY	71.799988
X617	0.000000	102.430008	X617	222.570007	INFINITY	102.430008
X618	0.000000	235.230011	X618	678.570007	INFINITY	235.230011
X71	63693.019531	0.000000	X71	185.350006	0.000000	10.070007

X72	0.000000	31.070005	X72	411.600006	INFINITY	31.069992
X73	0.000000	423.200012	X73	530.890015	INFINITY	423.200012
X74	27319.279297	0.000000	X74	436.730011	0.000000	0.119949
X75	0.000000	17.289995	X75	316.869995	INFINITY	17.289993
X76	4494.040039	0.000000	X76	235.710007	0.000000	INFINITY
X77	0.000000	475.699982	X77	571.419983	INFINITY	475.699982
X78	0.000000	27.669996	X78	149.449997	INFINITY	27.669998
X79	10727.230469	0.000000	X79	388.679993	0.000000	INFINITY
X710	0.000000	623.340027	X710	590.320007	INFINITY	623.340027
X711	14262.980469	0.000000	X711	674.979980	0.000000	INFINITY
X712	9668.089844	0.000000	X712	848.030029	0.000000	INFINITY
X713	0.000000	215.630005	X713	230.270004	INFINITY	215.630005
X714	0.000000	228.939987	X714	461.739990	INFINITY	228.939987
X715	0.000000	308.980011	X715	451.420013	INFINITY	308.980011
X716	5998.470215	0.000000	X716	590.890015	0.000000	INFINITY
X717	0.000000	413.589996	X717	429.279999	INFINITY	413.589996
X718	0.000000	174.490005	X718	513.380005	INFINITY	174.490005
X81	0.000000	110.199997	X81	400.000000	INFINITY	110.200012
X82	0.000000	47.929974	X82	532.909973	INFINITY	47.929962
X83	0.000000	127.139999	X83	339.279999	INFINITY	127.139999
X84	0.000000	119.350029	X84	660.530029	INFINITY	119.350037
X85	0.000000	58.290009	X85	462.320007	INFINITY	58.290009
X86	0.000000	53.840000	X86	394.000000	INFINITY	53.839996
X87	0.000000	50.900009	X87	251.070007	INFINITY	50.900009
X88	0.000000	73.769997	X88	300.000000	INFINITY	73.770004
X89	0.000000	79.370003	X89	572.500000	INFINITY	79.369995
X810	0.000000	326.210022	X810	397.640015	INFINITY	326.210022
X811	0.000000	220.570007	X811	1000.000000	INFINITY	220.570007
X812	0.000000	119.479958	X812	1071.959961	INFINITY	119.479980
X813	0.000000	19.339993	X813	138.429993	INFINITY	19.339996
X814	0.000000	50.890015	X814	388.140015	INFINITY	50.890015
X815	0.000000	110.960007	X815	357.850006	INFINITY	110.960007
X816	0.000000	120.009979	X816	815.349976	INFINITY	120.009949
X817	0.000000	18.960007	X817	139.100006	INFINITY	18.960007
X818	0.000000	145.940033	X818	589.280029	INFINITY	145.940033
X91	0.000000	110.660004	X91	242.850006	INFINITY	110.660019
X92	0.000000	13.080012	X92	340.450012	INFINITY	13.080002
X93	0.000000	570.469971	X93	625.000000	INFINITY	570.469971
X94	3175.280029	0.000000	X94	383.570007	0.000000	10.070007
X95	25022.570312	0.000000	X95	246.419998	0.000000	INFINITY
X96	0.000000	124.590012	X96	307.140015	INFINITY	124.590012
X97	0.000000	418.190002	X97	460.750000	INFINITY	418.190002
X98	0.000000	33.520000	X98	102.139999	INFINITY	33.520004

X99	0.000000	111.620018	X99	447.140015	INFINITY	111.620010
X910	0.000000	680.279968	X910	594.099976	INFINITY	680.279968
X911	0.000000	253.179993	X911	875.000000	INFINITY	253.180008
X912	0.000000	44.410030	X912	839.280029	INFINITY	44.410049
X913	0.000000	274.230011	X913	235.710007	INFINITY	274.230011
X914	0.000000	291.789978	X914	471.429993	INFINITY	291.789978
X915	6390.419922	0.000000	X915	89.279999	0.000000	INFINITY
X916	0.000000	0.119976	X916	537.849976	INFINITY	0.119949
X917	0.000000	484.610016	X917	447.140015	INFINITY	484.610016
X918	0.000000	339.269989	X918	625.000000	INFINITY	339.270020
X101	0.000000	899.480042	X101	1189.280029	INFINITY	899.480042
X102	0.000000	1038.229980	X102	1523.209961	INFINITY	038.229980
X103	0.000000	628.390015	X103	840.530029	INFINITY	628.390015
X104	0.000000	1100.239990	X104	1641.420044	INFINITY	100.239990
X105	0.000000	1038.109985	X105	1442.140015	INFINITY	038.109985
X106	0.000000	1032.339966	X106	1372.500000	INFINITY	032.339966
X107	0.000000	640.330017	X107	840.500000	INFINITY	640.330017
X108	0.000000	989.300049	X108	1215.530029	INFINITY	989.300049
X109	0.000000	1100.079956	X109	1593.209961	INFINITY	100.079956
X1010	0.000000	592.850037	X1010	664.280029	INFINITY	592.850037
X1011	0.000000	104.669922	X1011	1884.099976	INFINITY	104.669922
X1012	0.000000	099.840088	X1012	2052.320068	INFINITY	099.840088
X1013	0.000000	975.909973	X1013	1095.000000	INFINITY	75.910034
X1014	0.000000	451.849976	X1014	789.099976	INFINITY	451.849976
X1015	0.000000	830.429932	X1015	1077.319946	INFINITY	30.429932
X1016	0.000000	1099.830078	X1016	1795.170044	INFINITY	099.830078
X1017	0.000000	905.750000	X1017	1025.890015	INFINITY	05.750000
X1018	0.000000	612.639954	X1018	1055.979980	INFINITY	12.640015
X111	0.000000	444.840027	X111	734.640015	INFINITY	444.840027
X112	0.000000	520.300049	X112	1005.280029	INFINITY	520.300049
X113	0.000000	555.709961	X113	767.849976	INFINITY	555.709961
X114	0.000000	581.909973	X114	1123.089966	INFINITY	581.909973
X115	0.000000	519.979980	X115	924.010010	INFINITY	519.979980
X116	0.000000	514.840027	X116	855.000000	INFINITY	514.839966
X117	0.000000	335.540009	X117	535.710022	INFINITY	335.540039
X118	0.000000	471.300018	X118	697.530029	INFINITY	471.300049
X119	0.000000	581.910034	X119	1075.040039	INFINITY	581.910034
X1110	0.000000	347.890015	X1110	419.320007	INFINITY	347.890015
X1111	0.000000	581.909973	X1111	1361.339966	INFINITY	81.909973
X1112	0.000000	581.800049	X1112	1534.280029	INFINITY	81.800049
X1113	0.000000	457.959991	X1113	577.049988	INFINITY	457.959991
X1114	0.000000	24.000000	X1114	361.250000	INFINITY	24.000000
X1115	0.000000	495.609985	X1115	742.500000	INFINITY	495.609985

X1116	0.000000	582.330017	X1116	1277.670044	INFINITY	82.330017
X1117	0.000000	487.000000	X1117	607.140015	INFINITY	487.000000
X1118	0.000000	94.720001	X1118	538.059998	INFINITY	94.720001
X121	0.000000	260.200012	X121	550.000000	INFINITY	260.200012
X122	0.000000	357.066010	X122	842.046021	INFINITY	357.066010
X123	0.000000	198.573990	X123	410.713989	INFINITY	198.573990
X124	0.000000	815.960022	X124	1357.140015	INFINITY	815.960022
X125	0.000000	366.970001	X125	771.000000	INFINITY	366.970001
X126	0.000000	404.480011	X126	744.640015	INFINITY	404.480011
X127	0.000000	264.109985	X127	464.279999	INFINITY	264.109985
X128	0.000000	307.579987	X128	533.809998	INFINITY	307.580017
X129	0.000000	428.890015	X129	922.020020	INFINITY	428.890015
X1210	11640.360352	.000000	X1210	71.430000	0.000000	INFINITY
X1211	0.000000	428.899963	X1211	1208.329956	INFINITY	428.899963
X1212	0.000000	428.589935	X1212	1381.069946	INFINITY	428.589966
X1213	0.000000	299.330017	X1213	418.420013	INFINITY	299.330017
X1214	0.000000	80.329987	X1214	417.579987	INFINITY	80.329987
X1215	0.000000	330.609985	X1215	577.500000	INFINITY	330.609985
X1216	0.000000	429.119965	X1216	1124.459961	INFINITY	429.119934
X1217	0.000000	237.710007	X1217	357.850006	INFINITY	237.710007
X1218	0.000000	112.949982	X1218	556.289978	INFINITY	112.949982
X131	0.000000	1853.050049	X131	2142.850098	INFINITY	1853.050049
X132	0.000000	2137.610107	X132	2622.590088	INFINITY	2137.610107
X133	0.000000	981.319946	X133	1193.459961	INFINITY	981.319946
X134	0.000000	2201.360107	X134	2742.540039	INFINITY	201.360107
X135	0.000000	2139.429932	X135	2543.459961	INFINITY	139.429932
X136	0.000000	1966.839966	X136	2307.000000	INFINITY	966.839966
X137	0.000000	1666.329956	X137	1866.500000	INFINITY	666.329956
X138	0.000000	2090.750000	X138	2316.979980	INFINITY	090.750000
X139	0.000000	2021.720093	X139	2514.850098	INFINITY	021.720093
X1310	0.000000	622.149902	X1310	1693.579956	INFINITY	622.149902
X1311	0.000000	002.640015	X1311	2782.070068	INFINITY	002.640137
X1312	0.000000	199.120117	X1312	3151.600098	INFINITY	199.120117
X1313	0.000000	930.980103	X1313	2050.070068	INFINITY	930.980103
X1314	0.000000	427.109985	X1314	1764.359985	INFINITY	427.109985
X1315	0.000000	122.040039	X1315	2368.929932	INFINITY	122.040039
X1316	0.000000	199.659912	X1316	2895.000000	INFINITY	199.659912
X1317	0.000000	863.359985	X1317	1983.500000	INFINITY	863.359985
X1318	0.000000	570.330078	X1318	2013.670044	INFINITY	570.330078
RUN	0.000000	1.000000	RUN	0.000000	INFINITY	0.000000

5.2. Segunda tabla

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES			RIGHTHAND SIDE RANGES			
			ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
			RHS	INCREASE	DECREASE	
2)	183343.531250	0.000000	2	183343.531250	INFINITY	183343.531250
3)	227549.625000	0000000	3	227549.625000	INFINITY	227549.625000
4)	117745.210938	.000000	4	124367.789062	INFINITY	117745.210938
5)	130128.882812	.000000	5	163702.828125	INFINITY	130128.882812
6)	0.000000	29.090000	6	138813.406250	27838.140625	7907.419922
7)	91582.976562	0.000000	7	137571.328125	INFINITY	91582.976562
8)	0.000000	104.449997	8	136163.109375	27838.140625	7907.419922
9)	51945.050781	0.000000	9	51945.050781	INFINITY	51945.050781
10)	0.000000	157.610001	10	34588.269531	27319.279297	3175.280029
11)	41721.558594	.000000	11	41721.558594	INFINITY	41721.558594
12)	13347.209961	.000000	12	13347.209961	INFINITY	13347.209961
13)	1430.849976	0.000000	13	13071.209961	INFINITY	1430.849976
14)	1555.109985	0.000000	14	1555.109985	INFINITY	1555.109985
15)	0.000000	-289.799988	15	151551.687500	27907.419922	7838.140625
16)	0.000000	-484.980011	16	55745.558594	91582.976562	7838.140625
17)	0.000000	-212.139999	17	33573.949219	130128.882812	3573.949219
18)	0.000000	-541.179993	18	30494.560547	27907.419922	7319.279297
19)	0.000000	-404.029999	19	25022.570312	3175.280029	25022.570312
20)	0.000000	-340.160004	20	4494.040039	27907.419922	4494.040039
21)	0.000000	-200.169998	21	10422.929688	91582.976562	0422.929688
22)	0.000000	-226.229996	22	18553.279297	27907.419922	8553.279297
23)	0.000000	-493.130005	23	10727.230469	27907.419922	10727.230469
24)	0.000000	-71.430000	24	11640.360352	1430.849976	11640.360352
25)	0.000000	-779.429993	25	14262.980469	27907.419922	4262.980469
26)	0.000000	-952.479980	26	9668.089844	27907.419922	9668.089844
27)	0.000000	-119.089996	27	4494.040039	27907.419922	4494.040039
28)	0.000000	-337.250000	28	7727.279785	91582.976562	7727.279785
29)	0.000000	-246.889999	29	6390.419922	3175.280029	6390.419922
30)	0.000000	-695.340027	30	5998.470215	27907.419922	5998.470215
31)	0.000000	-120.139999	31	3887.756592	117745.210938	3887.756592
32)	0.000000	-443.339996	32	2734.820068	117745.210938	2734.820068
NO. ITERATIONS= 32						

6.6. Anexo 6.

6.1 Modelo de transporte para mercado potencial abierto

MIN

1482.14Xa1+1874.73Xa2+1158.5Xa3+1994.68Xa4+1795.60Xa5+1609Xa6+1168.5Xa7
+1569.12Xa8+1816.85Xa9+995.58Xa10+2084.07Xa11+2403.75Xa12+1352.07Xa13+1
066.36Xa14+1620Xa15+2147.14Xa16+1285.5Xa17+1315.67Xa18+692.73Xa19+1409.
04Xa20+202.55Xa21+490.16Xa22+1269.13Xa23+1362.95Xa24+241.12Xa25+147.93X
a26+1874.73Xa27+

912.5X21+1082.67X22+535.71X23+1357.14X24+1011.43X25+985.18X26+410X27+77
4.64X28+1162.5X29+335.71X210+1448.57X211+1621.60X212+658.93X213+658.39X2
14+818.03X215+1365X216+508.93X217+797.67X218+250.71X219+594.11X220+676.
07X221+412.5X222+545.35X223+548.03X224+634.28X225+758.57X226+1082.67X22
7+

542.85X31+649.45X32+297.89X33+777.85X34+578.57X35+502.5X36+241.57X37+455
X38+681X39+267.35X310+952.5X311+1188.75X312+280.25X313+377.96X314+385.1
7X315+931.60X316+120.14X317+443.34X318+592.71X319+398.57X320+1122.85X32
1+859.28X322+442.42X323+470X324+1081.07X325+1127X326+649.45X327+

798.57X41+699.36X42+212.14X43+827.67X44+717.32X45+766.07X46+535.71X47+65
1.43X48+779.46X49+468.57X410+1066.07X411+1238.5X412+535.71X413+732.85X41
4+520.71X415+981.43X416+463.39X417+701.92X418+782.38X419+71.43X420+1266.
96X421+1003.39X422+240.71X423+80.78X424+1225.18X425+1349.46X426+699.36X
427+

260.71X51+455.89X52+371.5X53+583.92X54+385.17X55+437X56+267.85X57+197.14
X58+500X59+381.5X510+767.5X511+994.82X512+90X513+358.28X514+255X515+73
8.21X516+172.35X517+423.42X518+777.5X519+478.93X520+1286.25X521+1071.96X
522+480.5X523+518.03X524+1245X525+1277.5X526+455.89X527+

314.28X61+484.98X62+555.07X63+613.39X64+414.10X65+678.57X66+200.17X67+25
1.42X68+527.5X69+418X610+799X611+1024.28X612+128.25X613+337.25X614+309.
28X615+767.14X616+222.57X617+678.57X618+814.72X619+604.28X620+1270.18X6
21+1055.35X622+520X623+560.35X624+1228.39X625+1262X626+484.98X627+

185.35X71+411.6X72+530.89X73+436.73X74+316.87X75+235.71X76+571.42X77+149
 .45X78+388.68X79+590.32X710+674.98X711+848.03X712+230.27X713+461.74X714+
 451.42X715+590.89X716+429.28X717+513.38X718+1005.10X719+621.23X720+1465.
 76X721+1251.15X722+657.29X723+660.46X724+1423.97X725+1548.11X726+411.6X
 727+
 400X81+532.91X82+339.28X83+660.53X84+462.32X85+394X86+251.07X87+300X88
 +572.5X89+397.64X810+1000X811+1071.96X812+138.43X813+388.14X814+357.85X
 815+815.35X816+139.10X817+589.28X818+571.43X819+548.96X820+1225.71X821+
 962.14X822+358.5X823+387.32X824+1268.57X825+1221X826+532.91X827+
 242.85X91+340.45X92+625X93+383.57X94+246.42X95+307.14X96+460.75X97+102.1
 4X98+447.14X99+594.10X910+875X911+839.28X912+235.71X913+471.43X914+89.2
 8X915+537.85X916+447.14X917+625X918+1018.55X819+546.96X820+1475.35X921+
 1261.07X922+657.85X923+664.28X924+1434.10X925+1557.85X926+340.45X927+
 1189.28X101+1523.21X102+840.53X103+1641.42X104+1442.14X105+1372.5X106+8
 40.5X107+1215.53X108+1593.21X109+664.28X1010+1884.10X1011+2052.32X1012+
 1095X1013+789.10X1014+1077.32X1015+1795.17X1016+1025.89X1017+1055.98X10
 18+455.35X1019+1003.39X1020+468.57X1021+71.43X1022+957.32X1023+960.53X1
 024+412.85X1025+433.93X1026+1523.21X1027+
 734.64X111+1005.28X112+767.85X113+1123.09X114+924.01X115+855X116+535.71
 X117+697.53X118+1075.04X119+419.32X1110+1361.34X1111+1534.28X1112+577.0
 5X1113+361.25X1114+742.5X1115+1277.67X1116+607.14X1117+538.06X1118+784.
 98X1119+781.47X1120+745.39X1121+530.79X1122+732.21X1123+735.38X1124+703
 .61X1125+827.74X1126+1005.28X1127+
 550X121+842.046X122+410.714X123+1357.14X124+771.00X125+744.64X126+464.2
 8X127+533.81X128+922.02X129+71.43X1210+1208.33X1211+1381.07X1212+418.42
 X1213+417.58X1214+577.5X1215+1124.46X1216+357.85X1217+556.29X1218+535.7
 1X1219+494.06X1220+1019.94X1221+780.21X1222+464.28X1223+447.97X1224+978
 .16X1225+1102.30X1226+796.45X1227+
 2142.85X131+2622.59X132+1193.46X133+2742.54X134+2543.46X135+2307X136+18
 66.5X137+2316.98X138+2514.85X139+1693.58X1310+2782.07X1311+3151.60X1312
 +2050.07X1313+1764.36X1314+2368.93X1315+2895X1316+1983.5X1317+2013.67X1

318+1390.73X1319+2156.90X1320+899.77X1321+1238.02X1322+1967.13X1323+211
0.81X1324+928.69X1325+749.77X1326+2622.59X1327

SUBJECT TO

Xa1+Xa2+Xa3+Xa4+Xa5+Xa6+Xa7+Xa8+Xa9+Xa10+Xa11+Xa12+Xa13+Xa14+Xa15+
Xa16+Xa17+Xa18+Xa19+Xa20+Xa21+Xa22+Xa23+Xa24+Xa25+Xa26+Xa27<=183343
.53

X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29+X210+X211+X212+X213+X214+X215+
X216+X217+X218+X219+X220+X221+X222+X223+X224+X225+X226+X227<=227549
.63

X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X39+X310+X311+X312+X313+X314+X315+
X316+X317+X318+X319+X320+X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327<=124367
.79

X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48+X49+X410+X411+X412+X413+X414+X415+
X416+X417+X418+X419+X420+X421+X422+X423+X424+X425+X426+X427<=163702
.83

X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X59+X510+X511+X512+X513+X514+X515+
X516+X517+X518+X519+X520+X521+X522+X523+X524+X525+X526+X527<=138813
.40

X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+X68+X69+X610+X611+X612+X613+X614+X615+
X616+X617+X618+X619+X620+X621+X622+X623+X624+X625+X626+X627<=137571
.33

X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X79+X710+X711+X712+X713+X714+X715+
X716+X717+X718+X719+X720+X721+X722+X723+X724+X725+X726+X727<=136163
.11

X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+X88+X89+X810+X811+X812+X813+X814+X815+
X816+X817+X818+X819+X820+X821+X822+X823+X824+X825+X826+X827<=51945.
05

X91+X92+X93+X94+X95+X96+X97+X98+X99+X910+X911+X912+X913+X914+X915+
X916+X917+X918+X919+X920+X921+X922+X923+X924+X925+X926+X927<=34588.
27

$$X_{101}+X_{102}+X_{103}+X_{104}+X_{105}+X_{106}+X_{107}+X_{108}+X_{109}+X_{1010}+X_{1011}+X_{1012}+X_{1013}+X_{1014}+X_{1015}+X_{1016}+X_{1017}+X_{1018}+X_{1019}+X_{1020}+X_{1021}+X_{1022}+X_{1023}+X_{1024}+X_{1025}+X_{1026}+X_{1027}\leq 41721.56$$

$$X_{111}+X_{112}+X_{113}+X_{114}+X_{115}+X_{116}+X_{117}+X_{118}+X_{119}+X_{1110}+X_{1111}+X_{1112}+X_{1113}+X_{1114}+X_{1115}+X_{1116}+X_{1117}+X_{1118}+X_{1119}+X_{1120}+X_{1121}+X_{1122}+X_{1123}+X_{1124}+X_{1125}+X_{1126}+X_{1127}\leq 13347.21$$

$$X_{121}+X_{122}+X_{123}+X_{124}+X_{125}+X_{126}+X_{127}+X_{128}+X_{129}+X_{1210}+X_{1211}+X_{1212}+X_{1213}+X_{1214}+X_{1215}+X_{1216}+X_{1217}+X_{1218}+X_{1219}+X_{1220}+X_{1221}+X_{1222}+X_{1223}+X_{1224}+X_{1225}+X_{1226}+X_{1227}\leq 13071.21$$

$$X_{131}+X_{132}+X_{133}+X_{134}+X_{135}+X_{136}+X_{137}+X_{138}+X_{139}+X_{1310}+X_{1311}+X_{1312}+X_{1313}+X_{1314}+X_{1315}+X_{1316}+X_{1317}+X_{1318}+X_{1319}+X_{1320}+X_{1321}+X_{1322}+X_{1323}+X_{1324}+X_{1325}+X_{1326}+X_{1327}\leq 1555.11$$

$$X_{a1}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+X_{71}+X_{81}+X_{91}+X_{101}+X_{111}+X_{121}+X_{131}=151551.68$$

$$X_{a2}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72}+X_{82}+X_{92}+X_{102}+X_{112}+X_{122}+X_{132}=55745.56$$

$$X_{a3}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53}+X_{63}+X_{73}+X_{83}+X_{93}+X_{103}+X_{113}+X_{123}+X_{133}=33573.95$$

$$X_{a4}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54}+X_{64}+X_{74}+X_{84}+X_{94}+X_{104}+X_{114}+X_{124}+X_{134}=30494.56$$

$$X_{a5}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}+X_{65}+X_{75}+X_{85}+X_{95}+X_{105}+X_{115}+X_{125}+X_{135}=25022.57$$

$$X_{a6}+X_{26}+X_{36}+X_{46}+X_{56}+X_{66}+X_{76}+X_{86}+X_{96}+X_{106}+X_{116}+X_{126}+X_{136}=4494.04$$

$$X_{a7}+X_{27}+X_{37}+X_{47}+X_{57}+X_{67}+X_{77}+X_{87}+X_{97}+X_{107}+X_{117}+X_{127}+X_{137}=10422.93$$

$$X_{a8}+X_{28}+X_{38}+X_{48}+X_{58}+X_{68}+X_{78}+X_{88}+X_{98}+X_{108}+X_{118}+X_{128}+X_{138}=18553.28$$

$$X_{a9}+X_{29}+X_{39}+X_{49}+X_{59}+X_{69}+X_{79}+X_{89}+X_{99}+X_{109}+X_{119}+X_{129}+X_{139}=10727.23$$

$X_{a10}+X_{210}+X_{310}+X_{410}+X_{510}+X_{610}+X_{710}+X_{810}+X_{910}+X_{1010}+X_{1110}+X_{1210}+X_{1310}=11640.36$

$X_{a11}+X_{211}+X_{311}+X_{411}+X_{511}+X_{611}+X_{711}+X_{811}+X_{911}+X_{1011}+X_{1111}+X_{1211}+X_{1311}=14262.98$

$X_{a12}+X_{212}+X_{312}+X_{412}+X_{512}+X_{612}+X_{712}+X_{812}+X_{912}+X_{1012}+X_{1112}+X_{1212}+X_{1312}=9668.09$

$X_{a13}+X_{213}+X_{313}+X_{413}+X_{513}+X_{613}+X_{713}+X_{813}+X_{913}+X_{1013}+X_{1113}+X_{1213}+X_{1313}=4494.04$

$X_{a14}+X_{214}+X_{314}+X_{414}+X_{514}+X_{614}+X_{714}+X_{814}+X_{914}+X_{1014}+X_{1114}+X_{1214}+X_{1314}=7727.28$

$X_{a15}+X_{215}+X_{315}+X_{415}+X_{515}+X_{615}+X_{715}+X_{815}+X_{915}+X_{1015}+X_{1115}+X_{1215}+X_{1315}=6390.42$

$X_{a16}+X_{216}+X_{316}+X_{416}+X_{516}+X_{616}+X_{716}+X_{816}+X_{916}+X_{1016}+X_{1116}+X_{1216}+X_{1316}=5998.47$

$X_{a17}+X_{217}+X_{317}+X_{417}+X_{517}+X_{617}+X_{717}+X_{817}+X_{917}+X_{1017}+X_{1117}+X_{1217}+X_{1317}=3887.7565$

$X_{a18}+X_{218}+X_{318}+X_{418}+X_{518}+X_{618}+X_{718}+X_{818}+X_{918}+X_{1018}+X_{1118}+X_{1218}+X_{1318}=2734.82$

$X_{a19}+X_{219}+X_{319}+X_{419}+X_{519}+X_{619}+X_{719}+X_{819}+X_{919}+X_{1019}+X_{1119}+X_{1219}+X_{1319}+$

$X_{a20}+X_{220}+X_{320}+X_{420}+X_{520}+X_{620}+X_{720}+X_{820}+X_{920}+X_{1020}+X_{1120}+X_{1220}+X_{1320}+$

$X_{a21}+X_{221}+X_{321}+X_{421}+X_{521}+X_{621}+X_{721}+X_{821}+X_{921}+X_{1021}+X_{1121}+X_{1221}+X_{1321}+$

$X_{a22}+X_{222}+X_{322}+X_{422}+X_{522}+X_{622}+X_{722}+X_{822}+X_{922}+X_{1022}+X_{1122}+X_{1222}+X_{1322}+$

$X_{a23}+X_{223}+X_{323}+X_{423}+X_{523}+X_{623}+X_{723}+X_{823}+X_{923}+X_{1023}+X_{1123}+X_{1223}+X_{1323}+$

$X_{a24}+X_{224}+X_{324}+X_{424}+X_{524}+X_{624}+X_{724}+X_{824}+X_{924}+X_{1024}+X_{1124}+X_{1224}+X_{1324}+$

Xa25+X225+X325+X425+X525+X625+X725+X825+X925+X1025+X1125+X1225+X132
 5+
 Xa26+X226+X326+X426+X526+X626+X726+X826+X926+X1026+X1126+X1226+X132
 6+
 Xa27+X227+X327+X427+X527+X627+X727+X827+X927+X1027+X1127+X1227+X132
 7=860350.02
 RUN

6.7. Anexo 7.

7.1. Salida del modelo de mercado potencial abierto

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 47			CONTINUA		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE					
1) 0.3217757E+09					
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST			
XA1	0.000000	1529.390015	X715	0.000000	271.779999
XA2	0.000000	1726.799927	X716	5998.470215	0.000000
XA3	0.000000	1111.250000	X717	0.000000	332.290009
XA4	0.000000	1790.550049	X718	0.000000	165.320007
XA5	0.000000	1718.549927	X719	0.000000	624.569946
XA6	0.000000	1605.890015	X720	0.000000	240.699982
XA7	0.000000	1305.380005	X721	0.000000	1085.229980
XA8	0.000000	1679.939941	X722	0.000000	870.619995
XA9	0.000000	1660.770020	X723	0.000000	276.759979
XA10	0.000000	1224.190063	X724	0.000000	279.930023
XA11	0.000000	1641.690063	X725	0.000000	1043.439941
XA12	0.000000	1788.319946	X726	0.000000	1167.579956

XA13	0.000000	1570.029907	X727	0.000000	31.070005
XA14	0.000000	1087.969971	X81	0.000000	236.679993
XA15	0.000000	1672.959961	X82	0.000000	174.409973
XA16	0.000000	1788.849854	X83	0.000000	81.459999
XA17	0.000000	1421.109985	X84	0.000000	245.830032
XA18	0.000000	1200.210083	X85	0.000000	174.700012
XA19	0.000000	544.799988	X86	0.000000	180.320007
XA20	0.000000	1261.109985	X87	0.000000	177.380005
XA21	0.000000	54.620003	X88	0.000000	200.250000
XA22	0.000000	342.230011	X89	0.000000	205.850006
XA23	0.000000	1121.199951	X810	0.000000	415.680023
XA24	0.000000	1215.019897	X811	0.000000	347.049988
XA25	0.000000	93.189995	X812	0.000000	245.959961
XA26	183343.531250	0.000000	X813	0.000000	145.819992
XA27	0.000000	1726.799927	X814	0.000000	199.180008
X21	0.000000	856.969971	X815	0.000000	200.240005
X22	0.000000	831.960022	X816	0.000000	246.489975
X23	0.000000	385.680023	X817	0.000000	64.140007
X24	0.000000	1050.229980	X818	0.000000	263.250031
X25	0.000000	831.599976	X819	0.000000	1231.479980
X26	0.000000	879.289978	X820	0.000000	737.420044
X27	0.000000	444.100006	X821	0.000000	867.209961
X28	0.000000	782.679993	X822	0.000000	603.640015
X29	0.000000	903.640015	X823	51945.050781	0.000000
X210	0.000000	461.539978	X824	0.000000	28.820007
X211	0.000000	903.409973	X825	0.000000	910.069946
X212	0.000000	903.389954	X826	0.000000	862.500000
X213	0.000000	774.109985	X827	0.000000	174.409973
X214	0.000000	577.220032	X91	0.000000	438.029999
X215	0.000000	768.210022	X92	0.000000	340.450012
X216	0.000000	903.929993	X93	0.000000	725.679993
X217	0.000000	541.760010	X94	0.000000	327.369995
X218	0.000000	579.429993	X95	0.000000	317.299988
X219	227549.625000	0.000000	X96	0.000000	451.960022
X220	0.000000	343.399994	X97	0.000000	745.559998
X221	0.000000	425.360016	X98	0.000000	360.890015
X222	0.000000	161.789993	X99	0.000000	438.990021
X223	0.000000	294.639984	X910	0.000000	970.639954
X224	0.000000	297.320038	X911	0.000000	580.549988
X225	0.000000	383.570038	X912	0.000000	371.780029
X226	0.000000	507.860016	X913	0.000000	601.600037
X227	0.000000	831.960022	X914	0.000000	640.969971
X31	0.000000	339.459961	X915	0.000000	290.170013

X32	0.000000	250.880005	X916	0.000000	327.489990
X33	33573.949219	0.000000	X917	0.000000	730.679993
X34	0.000000	323.079987	X918	0.000000	657.469971
X35	0.000000	250.880005	X921	0.000000	1475.349976
X36	0.000000	248.750000	X922	0.000000	1261.069946
X37	0.000000	127.810005	X923	0.000000	657.849976
X38	0.000000	315.179993	X924	0.000000	664.280029
X39	0.000000	274.279999	X925	0.000000	1434.099976
X310	0.000000	245.320007	X926	0.000000	1557.849976
X311	0.000000	259.480011	X927	0.000000	340.450012
X312	0.000000	322.679993	X101	0.000000	1313.030029
X313	0.000000	247.570007	X102	0.000000	1451.779907
X314	0.000000	148.929993	X103	0.000000	869.780029
X315	0.000000	187.490021	X104	0.000000	1513.790039
X316	0.000000	322.669983	X105	0.000000	1441.589966
X317	0.000000	5.109999	X106	0.000000	1445.890015
X318	0.000000	77.239998	X107	0.000000	1053.880005
X319	0.000000	194.140015	X108	0.000000	1402.849976
X320	90793.843750	0.000000	X109	0.000000	1513.630005
X321	0.000000	724.279968	X1010	0.000000	969.390015
X322	0.000000	460.710022	X1011	0.000000	1518.219971
X323	0.000000	43.850014	X1012	0.000000	1513.390015
X324	0.000000	71.430000	X1013	0.000000	1389.459961
X325	0.000000	682.499939	X1014	0.000000	887.209961
X326	0.000000	728.429993	X1015	0.000000	1206.779907
X327	0.000000	250.880005	X1016	0.000000	1513.380005
X41	0.000000	922.320007	X1017	0.000000	1238.000000
X42	0.000000	627.929993	X1018	0.000000	1017.019958
X43	0.000000	241.389999	X1019	0.000000	383.920013
X44	0.000000	700.039978	X1020	0.000000	931.960022
X45	0.000000	716.770020	X1021	0.000000	397.140015
X46	0.000000	839.460022	X1022	41721.558594	0.000000
X47	0.000000	749.090027	X1023	0.000000	885.890015
X48	0.000000	838.750000	X1024	0.000000	889.100037
X49	0.000000	699.880005	X1025	0.000000	341.420013
X410	0.000000	773.679993	X1026	0.000000	362.500000
X411	0.000000	700.189941	X1027	0.000000	1451.779907
X412	0.000000	699.570007	X111	0.000000	399.030029
X413	0.000000	830.170044	X112	0.000000	474.490021
X414	0.000000	830.959961	X113	0.000000	337.739990
X415	0.000000	650.170044	X114	0.000000	536.099976
X416	0.000000	699.640015	X115	0.000000	464.100006
X417	0.000000	675.500000	X116	0.000000	469.029999

X418	0.000000	662.959961	X117	0.000000	289.730011
X419	0.000000	710.950012	X118	0.000000	425.490021
X420	163702.828125	0.000000	X119	0.000000	536.100037
X421	0.000000	1195.529907	X1110	0.000000	265.070007
X422	0.000000	931.960022	X1111	0.000000	536.099976
X423	0.000000	169.280014	X1112	0.000000	535.990051
X424	0.000000	9.349998	X1113	0.000000	412.149994
X425	0.000000	1153.750000	X1114	7727.279785	0.000000
X426	0.000000	1278.029907	X1115	0.000000	412.600006
X427	0.000000	627.929993	X1116	0.000000	536.520020
X51	91033.953125	0.000000	X1117	0.000000	359.890015
X52	0.000000	0.000015	X1118	0.000000	39.739998
X53	0.000000	16.290001	X1119	0.000000	254.189987
X54	0.000000	71.829987	X1120	0.000000	250.679977
X55	0.000000	0.160013	X1121	0.000000	214.600021
X56	0.000000	125.930000	X1122	5619.930176	0.000000
X57	0.000000	96.770004	X1123	0.000000	201.420029
X58	18553.279297	0.000000	X1124	0.000000	204.590012
X59	0.000000	35.959999	X1125	0.000000	172.819992
X510	0.000000	302.149994	X1126	0.000000	296.949982
X511	0.000000	17.160000	X1127	0.000000	474.490021
X512	0.000000	71.430008	X121	0.000000	297.209991
X513	4494.040039	0.000000	X122	0.000000	394.076019
X514	0.000000	71.930000	X123	0.000000	63.423988
X515	6390.419922	0.000000	X124	0.000000	852.970032
X516	0.000000	71.960022	X125	0.000000	393.910004
X517	3887.756592	0.000000	X126	0.000000	441.490021
X518	2734.820068	0.000000	X127	0.000000	301.119995
X519	0.000000	321.609985	X128	0.000000	344.589996
X520	0.000000	23.039993	X129	0.000000	465.900024
X521	0.000000	830.359985	X1210	11640.360352	0.000000
X522	0.000000	616.069946	X1211	0.000000	465.909943
X523	0.000000	24.610001	X1212	0.000000	465.599945
X524	0.000000	62.140030	X1213	0.000000	336.340027
X525	0.000000	789.109985	X1214	0.000000	139.149994
X526	0.000000	821.609985	X1215	0.000000	330.420013
X527	11719.143555	0.000000	X1216	0.000000	466.129974
X61	0.000000	24.480000	X1217	0.000000	193.420013
X62	55745.558594	0.000000	X1218	0.000000	140.789978
X63	0.000000	170.770004	X1219	0.000000	87.740021
X64	0.000000	72.210014	X1220	0.000000	46.089996
X65	25022.570312	0.000000	X1221	0.000000	571.970032
X66	0.000000	338.410004	X1222	0.000000	332.240021

X67	10422.929688	0.000000	X1223	0.000000	16.309999
X68	0.000000	25.189999	X1224	1430.849976	0.000000
X69	0.000000	34.369999	X1225	0.000000	530.190002
X610	0.000000	309.559998	X1226	0.000000	654.330078
X611	0.000000	19.570000	X1227	0.000000	348.480011
X612	0.000000	71.800026	X131	0.000000	1588.260132
X613	0.000000	9.160000	X132	0.000000	1872.820068
X614	0.000000	21.809999	X133	0.000000	544.369934
X615	0.000000	25.189999	X134	0.000000	1936.570068
X616	0.000000	71.800018	X135	0.000000	1864.569946
X617	0.000000	21.130007	X136	0.000000	1702.050049
X618	0.000000	226.060013	X137	0.000000	1401.540039
X619	0.000000	329.739960	X138	0.000000	1825.959961
X620	0.000000	119.300026	X139	0.000000	1756.930054
X621	0.000000	785.200073	X1310	0.000000	1320.349976
X622	0.000000	570.369995	X1311	0.000000	1737.850098
X623	0.000000	35.020000	X1312	0.000000	1934.330078
X624	0.000000	75.369972	X1313	0.000000	1666.190063
X625	0.000000	743.410034	X1314	0.000000	1184.130005
X626	0.000000	777.020020	X1315	0.000000	1820.049927
X627	46380.269531	0.000000	X1316	0.000000	1934.869995
X71	60517.738281	0.000000	X1317	0.000000	1517.270020
X72	0.000000	31.070005	X1318	0.000000	1296.369995
X73	0.000000	251.040009	X1319	0.000000	640.959961
X74	30494.560547	0.000000	X1320	0.000000	1407.129883
X75	0.000000	7.219995	X1321	0.000000	150.000015
X76	4494.040039	0.000000	X1322	0.000000	488.250031
X77	0.000000	475.699982	X1323	0.000000	1217.359985
X78	0.000000	27.669996	X1324	0.000000	1361.040039
X79	10727.230469	0.000000	X1325	0.000000	178.919998
X710	0.000000	586.330017	X1326	1555.096558	0.000000
X711	14262.980469	0.000000	X1327	0.000000	1872.820068
X712	9668.089844	0.000000	X919	0.000000	0.000000
X713	0.000000	215.630005	X920	34588.269531	0.000000
X714	0.000000	250.749985	RUN	0.000000	0.000000

7.2. Segunda tabla

ROW PRICES	SLACK OR SURPLUS	DUAL	RIGHTHAND SIDE RANGES		
			ROW	CURRENT	ALLOWABLE
			RHS	INCREASE	DECREASE

2)	0.000000	601.840027	2	183343.531250	1555.096558	.013408
3)	0.000000	499.059998	3	227549.625000	1555.096558	.013408
4)	0.000000	351.200012	4	124367.789062	1555.096558	.013408
5)	0.000000	678.340027	5	163702.828125	1555.096558	.013408
6)	0.000000	293.880005	6	138813.406250	1555.096558	.013408
7)	0.000000	264.790009	7	137571.328125	1555.096558	.013408
8)	0.000000	369.239990	8	136163.109375	1555.096558	.013408
9)	0.000000	391.269989	9	51945.050781	1555.096558	0.013408
10)	0.000000	49.770020	10	34588.269531	1555.096558	.013408
11)	0.000000	78.340027	11	41721.558594	1555.096558	.013408
12)	0.000000	18.979996	12	13347.209961	1555.096558	.013408
13)	0.000000	01.799988	13	13071.209961	1555.096558	.013408
14)	0.013408	0.000000	14	1555.109985	INFINITY	0.013408
15)	0.000000	-54.590027	15	151551.687500	0.013408	555.096558
16)	0.000000	-49.770020	16	55745.558594	0.013408	555.096558
17)	0.000000	-49.090027	17	33573.949219	0.013408	555.096558
18)	0.000000	-05.969971	18	30494.560547	0.013408	555.096558
19)	0.000000	-78.890015	19	25022.570312	0.013408	555.096558
20)	0.000000	-04.950012	20	4494.040039	0.013408	1555.096558
21)	0.000000	-64.959991	21	10422.929688	0.013408	555.096558
22)	0.000000	-91.019989	22	18553.279297	0.013408	555.096558
23)	0.000000	-57.919983	23	10727.230469	0.013408	555.096558
24)	0.000000	-73.230011	24	11640.360352	0.013408	555.096558
25)	0.000000	1044.219971	25	14262.980469	0.013408	555.096558
26)	0.000000	-1217.270020	26	9668.089844	0.013408	1555.096558
27)	0.000000	-383.880005	27	4494.040039	0.013408	1555.096558
28)	0.000000	-580.229980	28	7727.279785	0.013408	1555.096558
29)	0.000000	-548.880005	29	6390.419922	0.013408	1555.096558
30)	0.000000	-960.130005	30	5998.470215	0.013408	1555.096558
31)	0.000000	-466.230011	31	3887.756592	0.013408	1555.096558
32)	0.000000	-717.299988	32	2734.820068	0.013408	1555.096558
33)	0.000000	-749.770020	33	860350.000000	0.013408	555.096558
NO. ITERATIONS= 47						