

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y  
DESARROLLO A.C.

**Evaluación de eficiencia en costos en  
Agricultura Protegida: El caso del Tomate**

Por:

**L.E. Marisol Arvizu Armenta**

Tesis aprobada por la Coordinación de Desarrollo Regional

Como requisito parcial para obtener el grado de

**Maestría en Desarrollo Regional**

Septiembre 2010

Hermosillo, Sonora

## Aprobación

Los miembros del comité designado para revisar la tesis de Marisol Arvizu Armenta la han encontrado satisfactoria y recomiendan sea aceptada como requisito para obtener el grado de maestro en ciencias



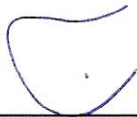
---

Dr. Carlos Gabriel Borbón Morales



---

Dr. Luis Núñez Noriega



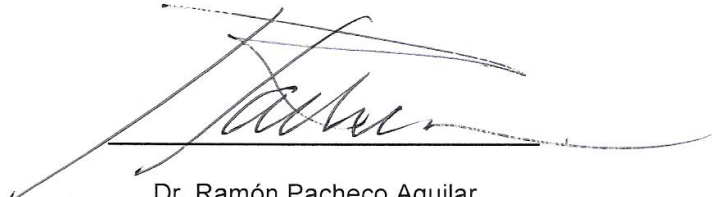
---

M.A. Francisco Vargas Serrano

## **Declaración Institucional**

Se permite y agradecen citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos se deberá contar con la autorización escrita del director general del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.

La publicación en comunidades científicas o de divulgación popular de los datos obtenidos en esta tesis deberá de dar los créditos a CIAD, previa aprobación escrita del manuscrito en cuestión del director de la tesis.



Dr. Ramón Pacheco Aguilar

## **Agradecimientos**

Este trabajo de investigación no solo representa un grado más, también representa una de las etapas más enriquecedoras de mi vida donde hay personas e instituciones, que sin su colaboración esto no fuera posible.

En primera instancia quiero agradecerle a Dios, pues en el encontré las fuerzas para no darme por vencida y llegar a mi objetivo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), por haber brindado los recursos y el apoyo necesarios para la elaboración de la investigación.

A mi director de tesis el Dr. Carlos Borbón Morales, sin su ayuda, motivación y guía mi trabajo y mi vida no serían las mismas.

A mi comité de tesis M.A. Francisco Vargas Serrano y Dr. Luis Núñez Noriega, que colaboraron con su tiempo invertido y sus consejos.

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y cariño a mi familia, principalmente a mis padres, gracias mami por todo su amor y cariño, por todo lo que me ha dado, su tiempo, cariño, consejos, por esa carrera maravillosa que me dio la oportunidad de estudiar, y por todos estos 25 años de apoyarme y guiarme y aunque hemos pasado momentos difíciles siempre los superamos porque somos una familia.

A mis hermanos Raúl, Juan, Tina y Mabi por todos esos momentos que hemos vivido juntos y por todas esas desveladas que se pasaron conmigo, por quererme de esa manera. A mis sobrinos José, Jesús y Chiquis a mi Nina y a mi papá por su cariño y todos los momentos divertidos que hemos pasado juntos.

A mis compañeros y amigos de generación en especial a ti Karen, Nehiby y José, que siempre me han escuchado y han sido y serán mis amigos siempre.

A ti que has sido una gran parte de mi vida y que has estado desde siempre conmigo y que me has dado la confianza, el respeto y amor que cualquiera necesita para sentirse completo, a ti Arturo que eres el mejor amigo y compañero de vida que se puede esperar.

Por último pero no menos importante a todos mi profesores que me motivaron a llegar a mi meta, gracias por todo.

## Resumen

El tomate rojo es el principal producto agroalimentario de exportación de México, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la eficiencia de los costos económicos de siete unidades de producción de tomate de invernadero mediante la realización de una frontera estocástica, para evaluar la eficiencia con la que cada de una de estas empresas está produciendo, dependiendo del tipo de empaque que manejan y la estructura de costo que tienen. Dentro de las variables estocásticas se analizan 3, el tipo de cambio, el precio del gas natural y el precio por tipo de empaque, siendo este último la variable sobre la cual se basa la hipótesis.

*Palabras Clave: Tomate rojo, invernadero y frontera estocástica de costo*

## Índice de contenido

I.- Introducción.....	1
II.- El tomate rojo o “jitomate” ( <i>Lycopersicon sculentum mill</i> ): producción y comercialización.....	4
II.1.- Contexto Internacional .....	4
II.2 Contexto Nacional .....	6
II.3 Agricultura protegida .....	8
II.4 Unidades productoras de tomate en México .....	11
II.4.1 Coahuila .....	11
II.4.2 Chihuahua.....	13
II.4.3 Guanajuato.....	14
II.4.4 Nuevo León.....	16
II.4.5 Sinaloa .....	18
II.4.6 Sonora.....	19
II.5. Costos Económicos.....	21
III.- Marco Teórico .....	25
III.1 Eficiencia: Liderazgo en costo.....	25
III.2 Concepto de eficiencia .....	29
III.3 Modelos de evaluación de eficiencia.....	32
III.3.1 Modelos que no utilizan frontera .....	36
III.3.2.- Modelos que utilizan frontera .....	38
III.3.2.1- Modelo estocástico.....	41
IV.- Metodología.....	46

IV.1.- Descripción de las empresas.....	46
IV.2.- Descripción de las variables .....	47
IV.3.- Estadística descriptiva .....	49
IV.4.- Elección de Costo por empaque.....	51
IV.5.- Simulación Montecarlo.....	52
<i>IV.5.1.- Método Montecarlo .....</i>	<i>52</i>
<i>IV.5.2.- Planteamiento del problema .....</i>	<i>53</i>
<i>IV.5.3.- Definición de variables no controladas, controladas y determinante .....</i>	<i>53</i>
<i>IV.5.4.- Proporción de las variables sobre el costo total.....</i>	<i>55</i>
<i>IV.5.5.- Simulación .....</i>	<i>55</i>
IV.6.- Aplicación del modelo .....	55
<i>IV.6.1.- Frontera Estocástica de Costo.....</i>	<i>56</i>
V.- Frontera Estocástica de Costo.....	58
V.1 Variable aleatoria: Precio de mercado por tipo de empaque y escenario .....	58
V.2 Variable aleatoria: Tipo de cambio.....	61
V.3 Variable aleatoria: Precio del gas natural.....	64
V.4 Frontera Estocástica de Costo, el caso de Monterrey y Parral .....	66
V.5 Frontera Estocástica de Costo, el caso de Guanajuato .....	66
VI.- Conclusiones y recomendaciones .....	68
VI.1 Estrategia.....	69
VII.- Bibliografía.....	73
VIII.- Anexos.....	76



## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Producción de tomate a nivel mundial .....	5
Gráfica 2. Estados productores de tomate: valor de Producción 2008.....	7
Gráfica 3. Estados productores de tomate: Superficie Sembrada 2008.....	8
Gráfica 4. Coahuila: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.....	12
Gráfica 5. Coahuila: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	12
Gráfica 6. Chihuahua: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.....	13
Gráfica 7. Chihuahua: Municipios productores de tomate, superficie rendimiento y valor de producción. ....	14
Gráfica 8. Guanajuato: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	15
Gráfica 9. Guanajuato: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	16
Gráfica 10. Nuevo León: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.....	17
Gráfica 11. Nuevo León: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	17
Gráfica 12. Sinaloa: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.....	18
Gráfica 13. Sinaloa: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	19

Gráfica 14. Sonora: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.....	20
Gráfica 15. Sonora: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.....	20
Gráfica 16. Eficiencia técnica y de precios.....	34
Gráfica 17. Comparación de costo de producción de tomate de invernadero en 7 estados 2008.....	50
Gráfica 18. Composición de los costos variables de producción de tomate en invernadero con alta tecnología 2008 .....	50
Gráfica 19. Composición de los costos variables de producción de tomate en invernadero con tecnología media 2008 .....	51

## Índice de Tablas

Tabla 1. Indicadores productivos.....	47
Tabla 2. Estructura de costo de producción del tomate de invernadero.....	48
Tabla 3. Porcentaje del empaque sobre el costo total.....	52
Tabla 4. Definición de Variables.....	53
Tabla 5. Distribución del error estocástico por tipo de empaque escenario precio alto .....	59
Tabla 6. Distribución del error estocástico por tipo de empaque escenario precio bajo .....	60
Tabla 7. Distribución del error estocástico tipo de cambio escenario precio alto ..	62
Tabla 8. Distribución del error estocástico tipo de cambio escenario precio bajo	63
Tabla 9. Distribución del error estocástico precio del gas natural escenario precio alto .....	64
Tabla 10. Distribución del error estocástico precio del gas natural escenario precio bajo .....	65

## **I.- Introducción**

El tomate es una de las hortalizas más comercializada a nivel mundial. En México se encuentran unidades productoras distribuidas en diferentes entidades que colaboran con su producción para hacer de México el principal socio comercial de Estados Unidos de este producto.

Las unidades de agricultura protegida han demostrado ser de mayor capacidad productiva, 220 toneladas por hectárea de tomate mientras a campo abierto sólo se producen 42 toneladas por hectárea; generan el 4% del valor con el 0.1 % de las superficie, uno de cada cuatro jornales en todas las hortalizas del estado, 30% del valor agrícola del estado, contribuyen a generar el 20% de las exportaciones nacionales de tomate.

Los avances y los esfuerzos que los productores realizan para lograr organización se ven reflejados en la conformación de Sistema Producto en algunas entidades del País.

No obstante a este avance organizativo y a la importancia económica que estas unidades revisten a la economía, hasta ahora no se ha realizado una evaluación de los costos económicos, que permita tener información para el diseño de estrategias competitivas, pues estas unidades orientan su producción en un 90% hacia el mercado externo.

Por lo que la utilidad del presente estudio radica en la premisa de que la información sobre evaluación de costos mejora la eficiencia del funcionamiento de las unidades productoras.

Los costos y la eficiencia en la asignación de los recursos, son una condición necesaria para acceder a los mercados en condiciones óptimas de competitividad y productividad, tomando en cuenta las características propias de cada tipo de empresa, el tipo de tecnología que utilizan, la producción, los precios y tipo de cambio.

Con una eficiente asignación de recursos y una estructura adecuada de costos se lleva a cabo el diseño de estrategias, las cuales permite elevar la competitividad de las empresas y debe partir de sus componentes principales.

Con el contexto anterior se genera la pregunta de investigación alrededor de la cual gira la presente investigación ¿Cuál es el factor que determina la frontera de ineficiencia dentro de la evaluación de los costos de las unidades productoras de tomate de invernadero?

Teniendo como hipótesis central el que la frontera de ineficiencia de las unidades productoras de tomate de invernadero está determinada por el precio de mercado.

Para cumplir con el objetivo general de evaluar la eficiencia de 7 unidades productoras de tomate de invernadero para construir la frontera de ineficiencia económica, mediante su estructura de costo y variables externas a la empresa que determinan su comportamiento para hacer una comparación entre ellas, mejorar el flujo de información y su aprendizaje.

El presente documento se encuentra dividido en VI capítulos.

En primera instancia se encuentra la introducción del documento, seguido del capítulo donde se describe la producción y comercialización del tomate rojo, contemplando el ámbito nacional e internacional y la importancia de la producción de tomate dentro de los Estados que alojan a las unidades productoras analizadas.

Después se hace una revisión teórica que sustente la aplicación de la metodología propuesta para el análisis de la eficiencia, partiendo del concepto y concluyendo con los modelos de evaluación de eficiencia.

Posteriormente se desarrolla el capítulo de metodología donde se describen a detalle las empresas, las variables y la simulación requerida para la aplicación del modelo.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos gracias a la aplicación del modelo, mediante la caracterización de las unidades productoras y las conclusiones y recomendaciones preliminares del estudio.

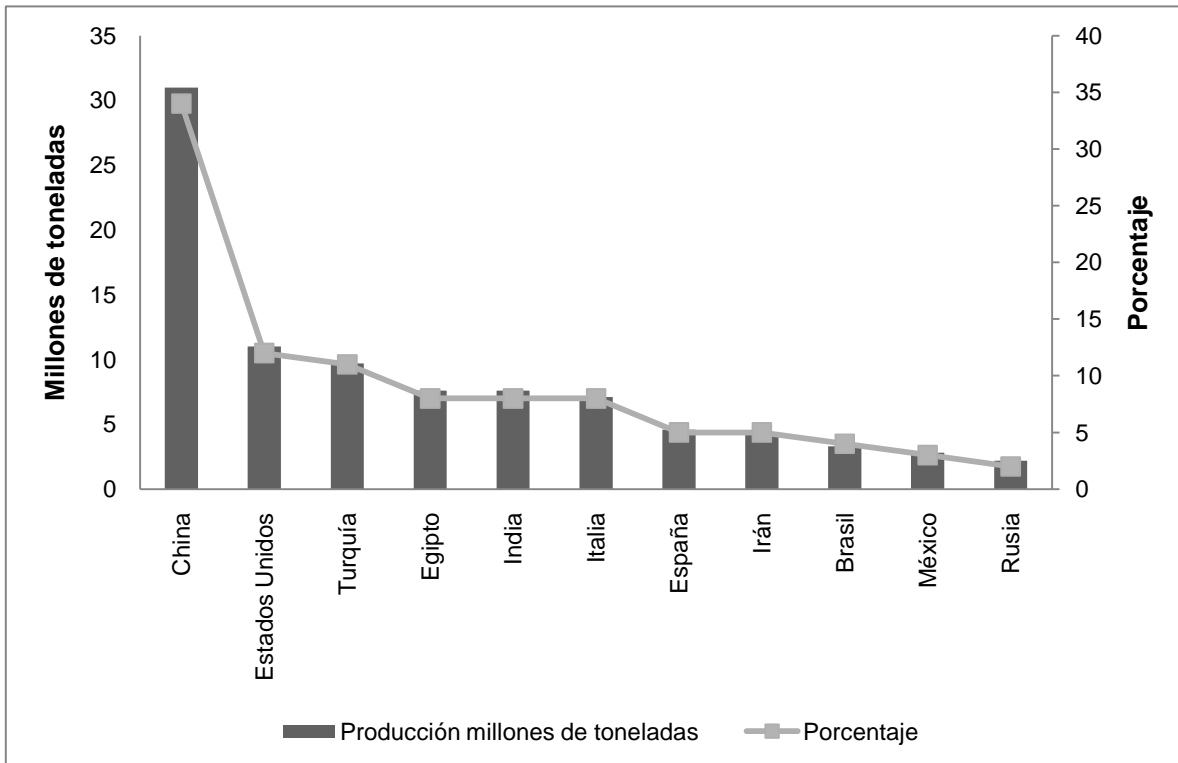
## **II.- El tomate rojo o “jitomate” (*Lycopersicum sculentum mill*): producción y comercialización**

El tomate es una de las hortalizas más comercializadas a nivel mundial con más de nueve millones de toneladas en 2008. En México se encuentran unidades productoras distribuidas en 12 diferentes entidades que colaboran con su producción para hacer de México el principal socio comercial de Estados Unidos, con casi 95% de producción enviada a este país.

### **II.1.- Contexto Internacional**

El tomate rojo o “jitomate” (*Lycopersicum sculentum mill*), es comercializada a nivel mundial, por varios países. China es el principal productor con 31 millones de toneladas (mdt), el 34% de la producción mundial, seguido por los EEUU con 11 (mdt), el 12%; España con 4.6 mdt es el 5%; Irán con 4.2mdt es el 5%; Brasil con 3.3 mdt es el 4%; México con 2.8 mdt es el 3% y Rusia con 2.2 mdt es el 2%. México se posiciona en el décimo lugar. (FAO, 2010)

**Gráfica 1. Producción de tomate a nivel mundial**



Fuente: elaboración propia con base en información de FAO 2010.

Los principales países exportadores de tomate son Italia con 4.2 mdt, China con 2.5 mdt, España con 1.6 mdt, México con 875 mil toneladas ocupando el cuarto lugar. Mientras que los principales importadores de tomate en el mundo son Alemania con 1.6 mdt, Rusia con 1.3, Reino Unido con 1.1 mdt, Italia y Francia con 1 mdt respectivamente, EE.UU. con 956 mil ton. , justamente este es el mercado natural que México abastece. (FAO, 2010).

De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés), México ocupa el primer lugar de los países que exportan tomate fresco a Estados Unidos con una ventaja considerable sobre su principal competidor que es Canadá.



Esta tendencia se ha conservado así durante los últimos años desde 2002 hasta 2007, siendo este el periodo analizado. Entre otros países que comparten la oferta exportable a los Estados Unidos encontramos a Holanda y Chile quienes ocupan el tercer y cuarto lugar.

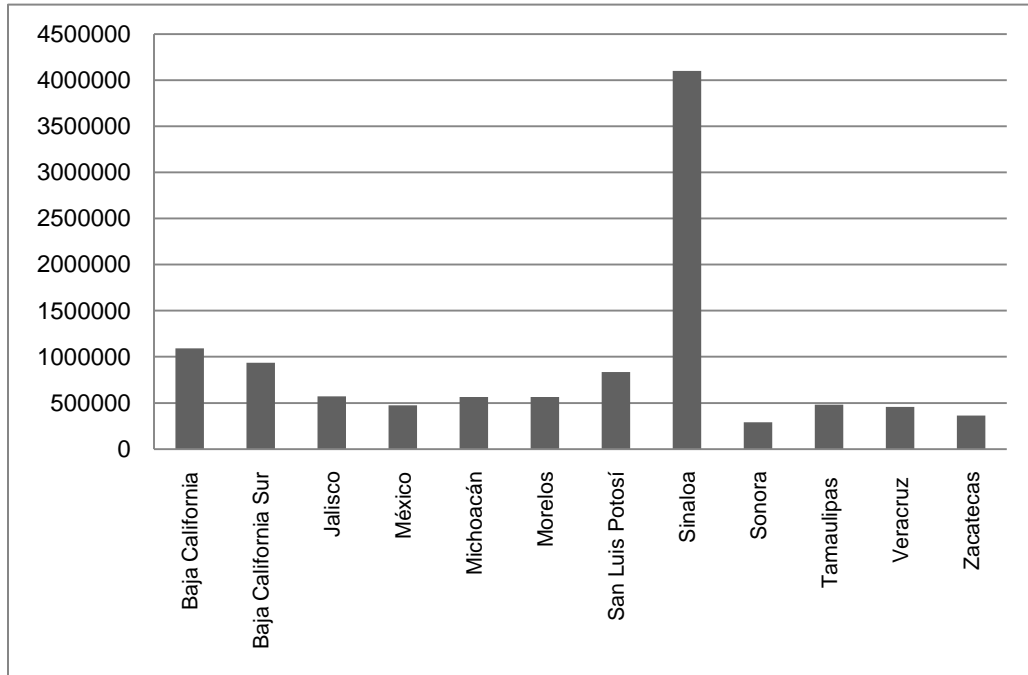
## **II.2 Contexto Nacional**

La producción de tomate en México, destaca no sólo por el valor económico que genera sino por la mano de obra que utiliza en su producción, cosecha y empaque pues representa parte esencial de las importaciones estadounidenses por ser el principal mercado meta de la producción de tomate rojo en México.

La producción de tomate está distribuida principalmente en doce Estados: Baja California, Baja California Sur, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas, donde Sinaloa es la entidad con mayor producción pues produce un 38% del valor nacional, mientras que el resto de los estados participan entre un diez y tres por ciento del valor de producción, siendo el estado de Baja California quien ocupa el segundo lugar y Zacatecas el último.

## Gráfica 2. Estados productores de tomate: valor de Producción 2008

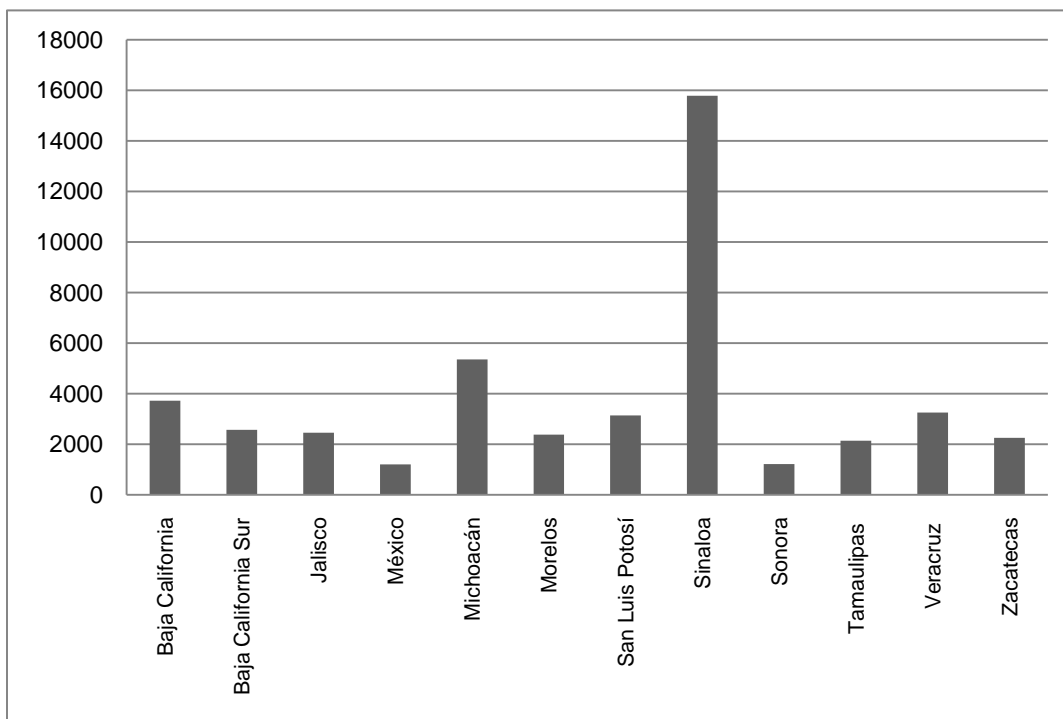
En relación a la superficie sembrada en cada uno de



Fuente: elaboración propia con base en información de FAO 2010.

los estados es evidente el dominio de Sinaloa sobre las demás entidades productoras, tan sólo en el año 2008 registró una superficie de más de 750 mil hectáreas cosechadas, mientras que su más cercano competidor, Michoacán, presentó una superficie sembrada de 5,341.7 hectáreas.

**Gráfica 3. Estados productores de tomate: Superficie Sembrada 2008**



Fuente: elaboración propia con base en información de FAO 2010.

Por otro lado el tomate rojo es una hortaliza generadora de una gran derrama económica, debido a que la producción está enfocada al mercado estadounidense durante el ciclo otoño-invierno, cuando los productores cuentan con las posibilidades de satisfacer los cada vez más exigentes estándares de calidad e inocuidad.

### **II.3 Agricultura protegida**

Las formas de producción de tomate, son a campo abierto (piso, vara y con sistemas de riego) y la agricultura protegida: (conformada por invernaderos y mallas sombra) también conocidos como bioespacios. (Plan Rector Sistema Producto Tomate Sonora, 2008).

La agricultura protegida es un sistema productivo que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio ambiente impone para el desarrollo óptimo de las plantas (Bastida, 2006).

El invernadero se define como un espacio con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación específica, de ahí la importancia del estudio a partir del estudio técnico de ambientación climática (la temperatura, humedad relativa y ventilación apropiadas) que permitan alcanzar la más alta productividad, a bajo costo, en menos tiempo, sin daño ambiental, protegiéndose de las lluvias, el granizo, las heladas, los insectos o los excesos de viento que pudieran perjudicar un cultivo, han arrojado que son un complemento fundamental en la producción pues estas estructuras cerradas y transparentes permiten construir el microclima artificial y así cultivar plantas fuera de estación en muy buenas condiciones posibilitando continuidad en la producción y buenos precios. (Henaó 2001).

En la literatura revisada sobre estos sistemas de producción, se señaló que los invernaderos han ganado importancia a nivel internacional en los últimos años como industrias productoras de bienes de consumo vital con una alta calidad. En Estados Unidos, por ejemplo, los invernaderos tienen una contribución sustancial en la economía del país, constituyen el segundo sector más grande de la agricultura y destacan como una industria en pleno crecimiento.

Autores como Calvin y Cook (2005) y Cook (2005), Urrutia (2004) y Del Castillo (2005), al analizar las dimensiones económicas de los invernaderos, se han enfocado principalmente en los canales de mercado, las líneas de productos, la

estructura de producción, patrones de vendedores y compradores, el empleo generado y los efectos económicos multiplicadores que se generan a partir de estos.

Otros estudios hacen énfasis en modelos analíticos, como los realizados a nivel internacional por Adem (2005), que estudia la productividad en invernadero de tomate haciendo una relación entre la energía que se gasta y los rendimientos que su producción genera.

Engindeniz (2004), realiza un análisis económico de un invernadero en Turquía, desde su instalación y su funcionamiento, hace énfasis en la factibilidad económica asociada a la expansión de estos invernaderos.

Por otro lado, Dodson (2002), estudia el tomate de invernadero bajo condiciones de producción orgánica, sus nutrientes y el costo que implica este tipo de producción.

Weng-fei (1999) se enfoca en las dimensiones económicas de los invernaderos en Estados Unidos, analizando la producción, los canales de mercado, los patrones de compradores y vendedores, el empleo, y los efectos multiplicadores.

En suma, es importante señalar que todos los autores citados concluyen que la producción de tomate en invernadero, incluyendo diversas tecnologías de agricultura protegida, representa una de las oportunidades de inversión agrícola más rentables.

En México, sin embargo, un proyecto de inversión en esta línea debe considerar todos los elementos que exige el mercado internacional en el precio adecuado o competitivo en él.

También en México los estudios realizados siguen en la línea de investigación que se ha marcado en el ámbito internacional, es decir, se enfocan en la rentabilidad del sistema de producción de tomate bajo condiciones de invernadero

Sin embargo, aún cuando la agricultura protegida representa una actividad detonadora del desarrollo rural en México, enfrenta debilidades propias del sector, tales como el alto costo del capital, la inexperiencia técnica y gerencial así como la escasez de proveedores de insumos especializados y/o de servicios e infraestructura, entre otros.

#### **II.4 Unidades productoras de tomate en México<sup>1</sup>**

La superficie sembrada y cosechada, el valor de producción el nivel de producción y el rendimiento, son indicadores clave del comportamiento de las unidades productoras, a continuación se muestran para cada uno de los Estados.

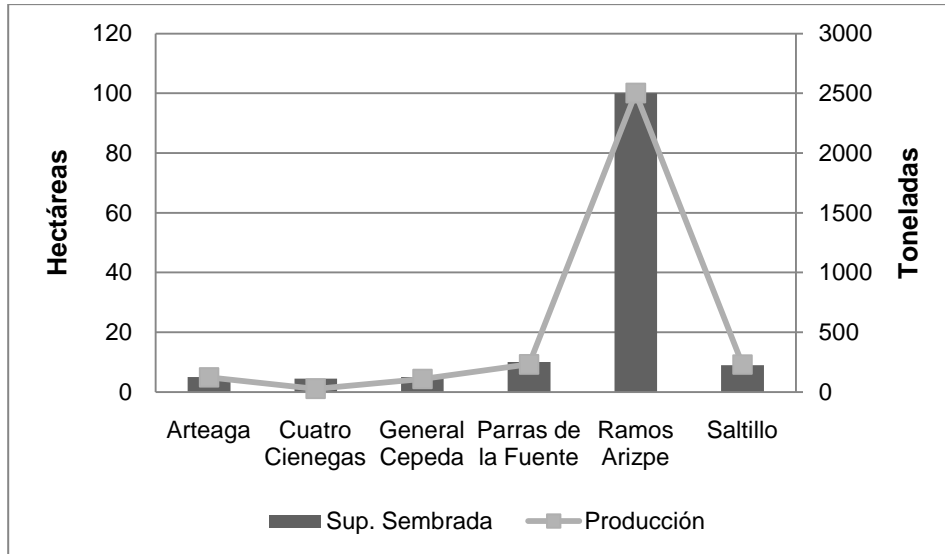
##### *II.4.1 Coahuila*

Los municipios productores de tomate en el Estado de Coahuila muestran una superficie sembrada desde 4.5 hasta 100 hectáreas, caso del municipio de Cuatro Ciénegas y Ramos Arizpe respectivamente.

---

<sup>1</sup> En estos datos se incluye solamente los datos relacionados a las unidades productoras consideradas en este estudio, tales son Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, Nuevo León, Sinaloa y Sonora.

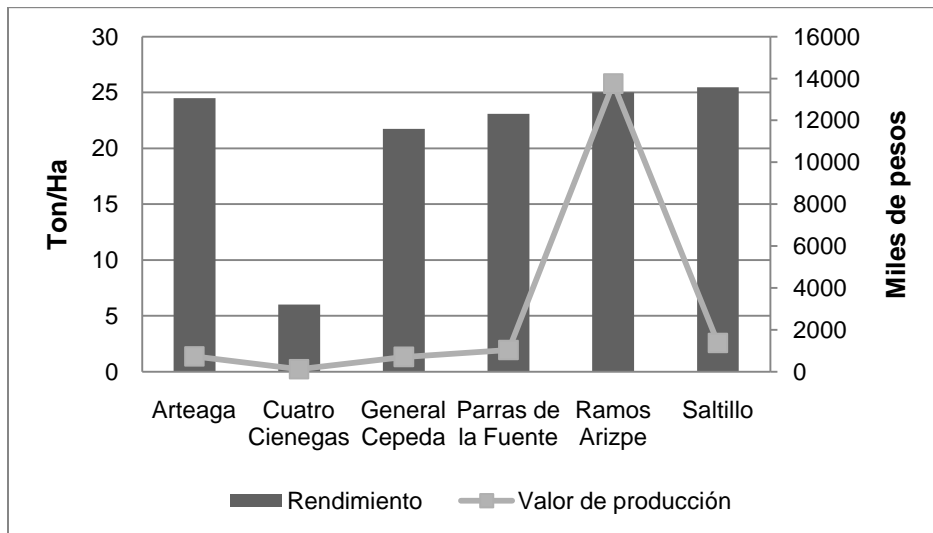
**Gráfica 4. Coahuila: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

La producción se encuentra concentrada en el municipio que tiene el mayor número de hectáreas, Ramos Arizpe, seguido por el municipio de Saltillo y con menor participación el resto de los municipios.

**Gráfica 5. Coahuila: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

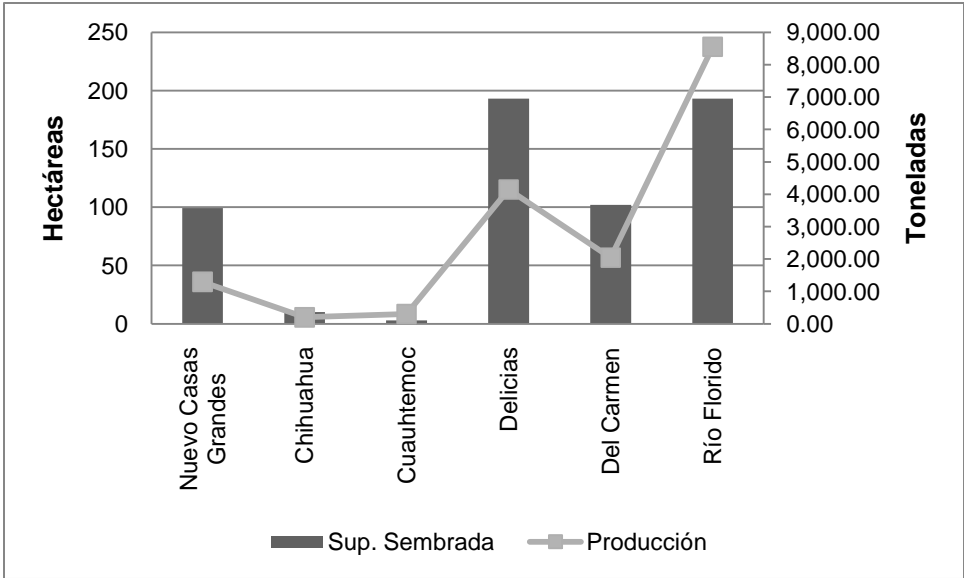
En cuanto al rendimiento por hectárea, el comportamiento es muy similar en los municipios, éste fluctúa entre las 5 y 25 toneladas por hectárea, quedando fuera de este comportamiento Cuatro Ciénegas , pues tiene el rendimiento más bajo.

El valor de la producción tiene una forma similar a la superficie sembrada y la producción destacando el caso del municipio de Ramos Arizpe.

*II.4.2 Chihuahua*

En el Estado de Chihuahua se obtienen 117 millones de pesos con más de 600 hectáreas dedicadas a la siembra de tomate, sin embargo un dato importante proporcionado por esta estadística es el de superficie cosechada, pues son un poco menos de 500 hectáreas, lo cual deja un saldo de casi 100 hectáreas siniestradas.

**Gráfica 6. Chihuahua: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.**



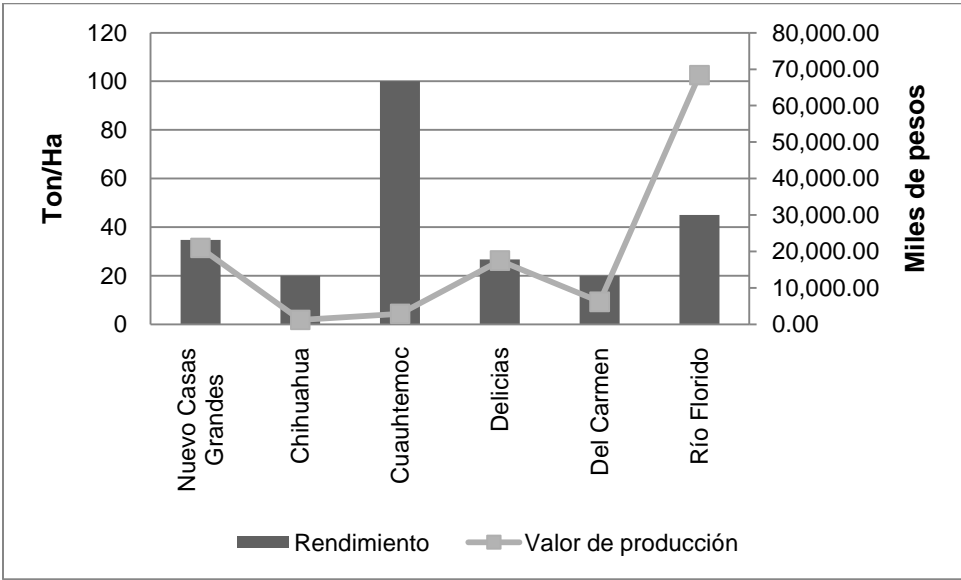
Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.



Aún con este indicador el estado produce más de 16 mil toneladas de tomate. Entre los municipios más importantes se tiene a Río Florido que ocupa el primer lugar con una generación de valor de 68.4 miles de pesos y una producción de 8550, toneladas, seguidos por los municipios de Nuevo Casas Grandes y Delicias.

Destacando el distrito de Cuauhtémoc pues con una pequeña cantidad de superficie sembrada y cosechada de 3 hectáreas, genera más de 2 millones de pesos y 300 toneladas de producción.

**Gráfica 7. Chihuahua: Municipios productores de tomate, superficie rendimiento y valor de producción.**



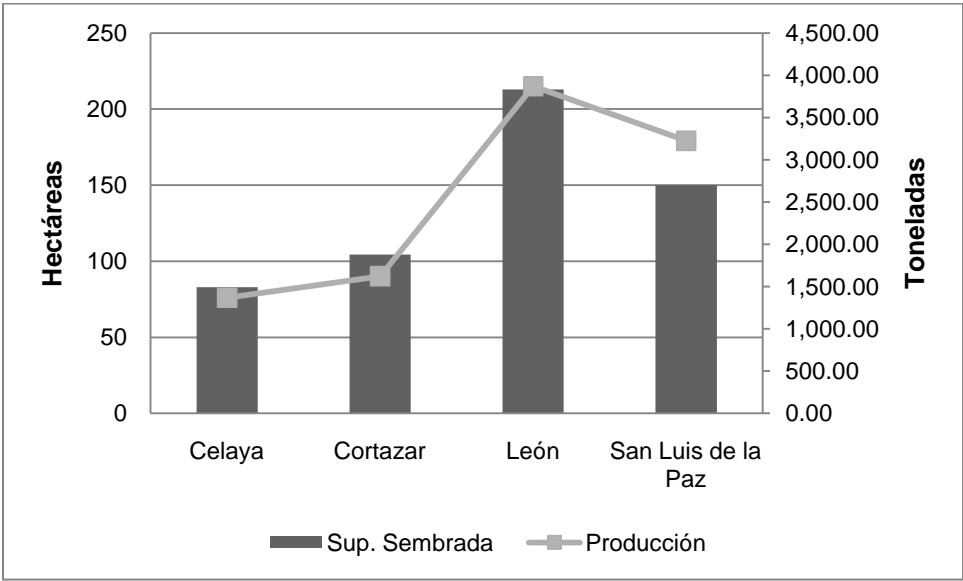
Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

*II.4.3 Guanajuato*

El estado de Guanajuato, cuenta con valor de producción de más de 39 millones de pesos generados gracias a la producción de tomate, la cual asciende a 10,086.26 toneladas con más de 500 hectáreas dedicadas a esta hortaliza.

El distrito que más aporta a la generación de este valor y a esta producción es San Luis de la Paz, seguido por León, entre estos dos distritos se genera un valor superior a los 29, 000,000 de pesos y representan más de 7, 000 toneladas de producción de tomate, después se encuentra Cortázar y por ultimo Celaya.

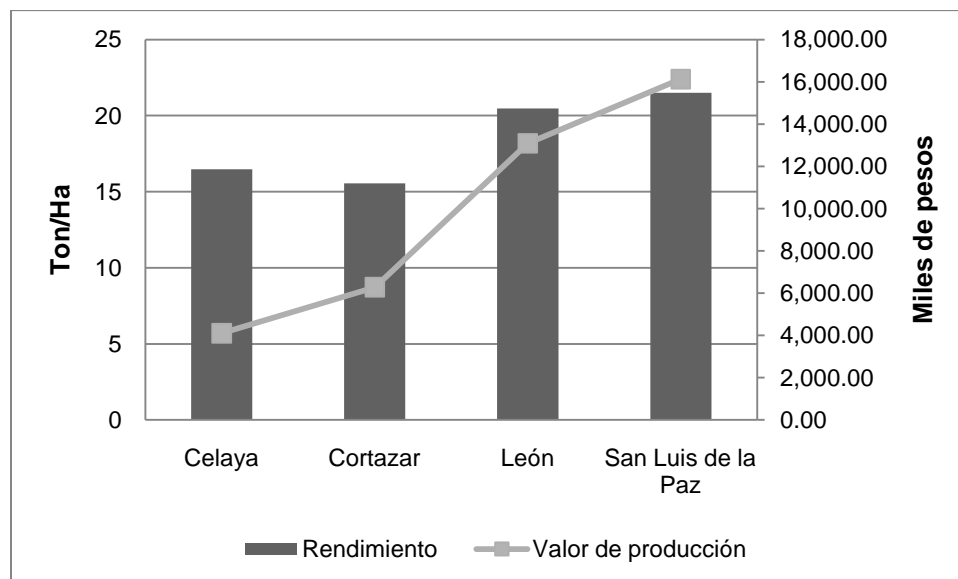
**Gráfica 8. Guanajuato: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

Dentro de los datos presentados se observa que Guanajuato cuenta con una superficie sembrada de 550 hectáreas y superficie cosechada de sólo 526 hectáreas, evidenciando una superficie siniestrada de 24 hectáreas.

**Gráfica 9. Guanajuato: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**

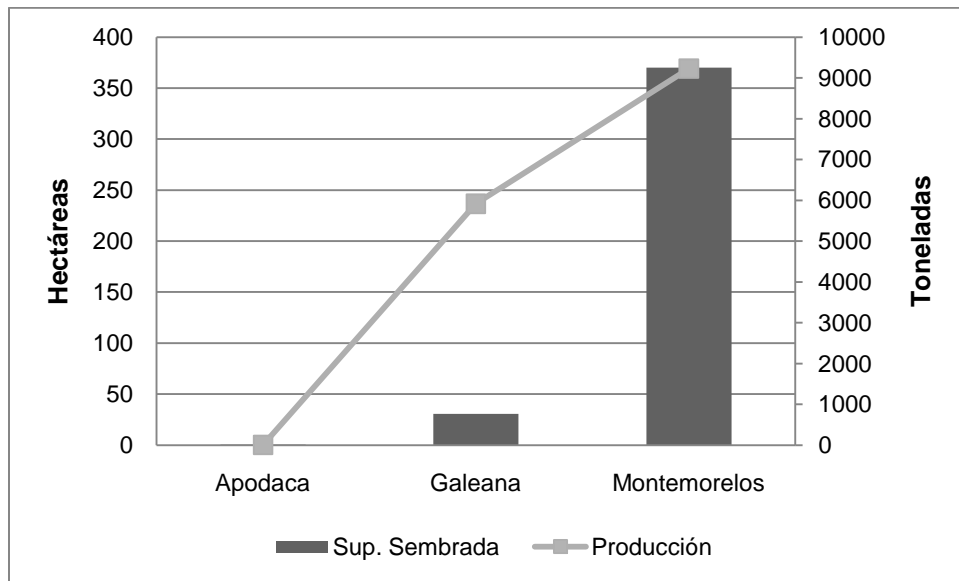


Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

#### *II.4.4 Nuevo León*

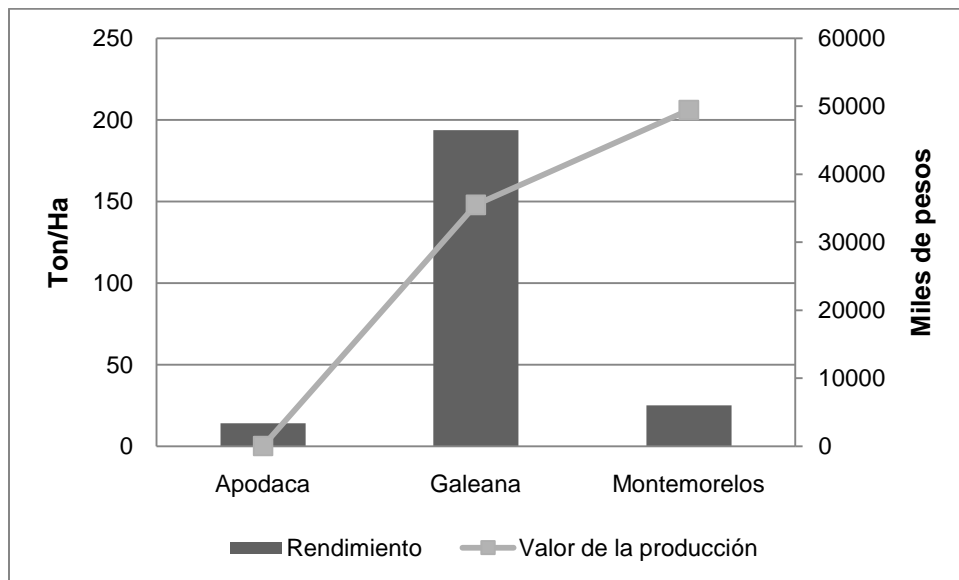
Nuevo León cuenta con tres distritos dedicados a la siembra y cosecha de tomate, en estos tres distritos se producen más de 15 mil toneladas de tomate durante el año 2008, el valor de producción que se generó fue de 84,946,600 pesos, los distritos de Montemorelos y el de Galeana fueron los que aportaron en su gran mayoría esta producción y este valor de producción con 9,230 toneladas y 49,430,000 pesos por parte de Montemorelos y 5,915 toneladas y 35,490,000 pesos por Galeana.

**Gráfica 10. Nuevo León: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

**Gráfica 11. Nuevo León: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**

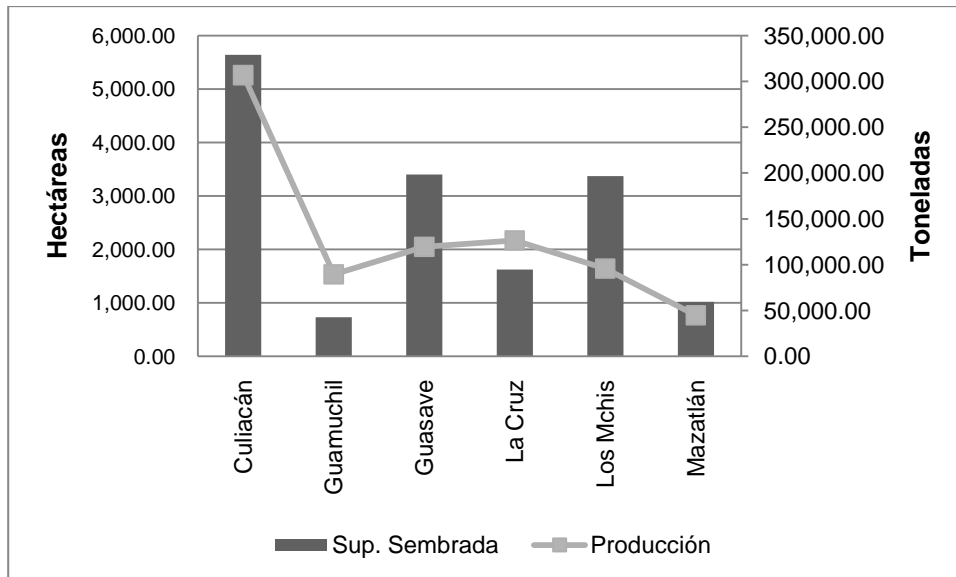


Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

### II.4.5 Sinaloa

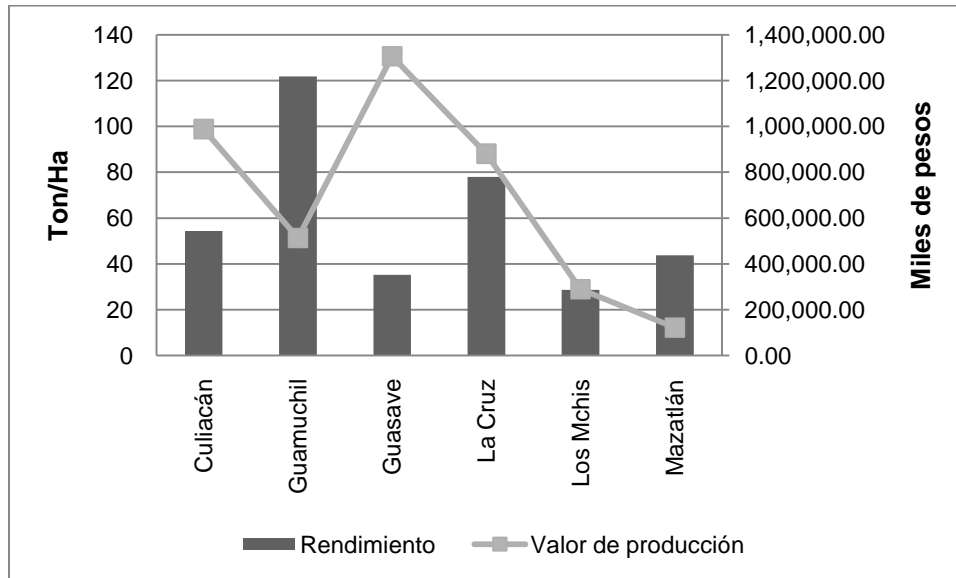
El estado de Sinaloa es sin duda el mayor productor de tomate en México, lo cual queda justificado por la estadística con la que cuenta. En primer lugar cuenta con más de 782, 000 toneladas de tomate generando un valor de producción superior a los 4, 000, 000,000 de pesos durante un año de producción, en este caso el 2008. Los distritos de Guasave y La cruz son los que más contribuyen a esta generación de valor, siendo el distrito de Culiacán el que cuenta con el mayor nivel de producción del Estado, sin dejar de resaltar el distrito de Guamúchil que cuenta con un mayor rendimiento.

**Gráfica 12. Sinaloa: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

**Gráfica 13. Sinaloa: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**



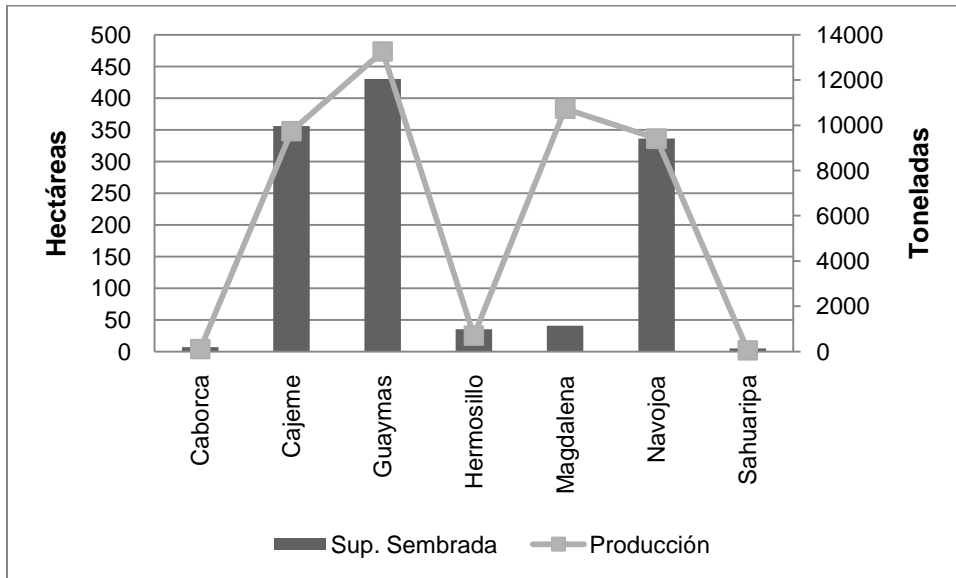
Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

#### II.4.6 Sonora

Por su parte la estadística del Estado de Sonora mostrada refleja que la actividad orientada a la producción de tomate tiene una importante generación de valor que sobrepasa los 290 millones de pesos con más de 43 mil toneladas de este producto al año.

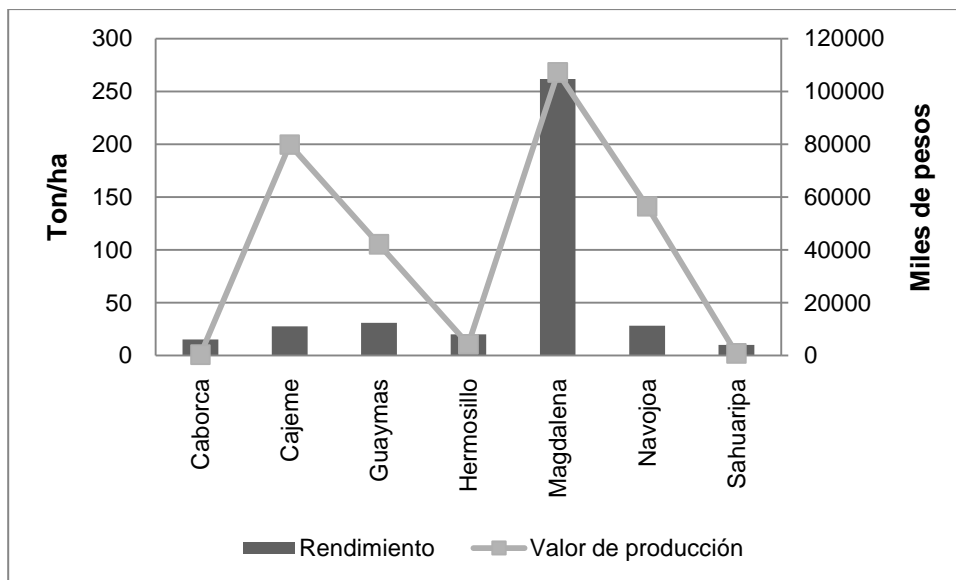
Los distritos más importantes son Guaymas, Magdalena y Cajeme con el mayor nivel de producción, rendimiento y generación de valor de Sonora.

**Gráfica 14. Sonora: Municipios productores de tomate, superficie sembrada y producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

**Gráfica 15. Sonora: Municipios productores de tomate, rendimiento y valor de producción.**



Fuente: elaboración propia con base en información SIAP 2009.

## II.5. Costos Económicos

Dentro de estos análisis de las dimensiones económicas y de la rentabilidad de los invernaderos que se han hecho en los últimos años, destaca la literatura dedicada a los costos, los trabajos de investigación enfocados en la elaboración de la estructura de los costos, el análisis de esta y la evaluación de la eficiencia de los costos.

El costo económico se define como:

*“el costo económico analiza a la empresa pensando en el futuro, la asignación de recursos escasos esperando saber cuál será el costo en el futuro y como podría reorganizar la empresa sus recursos para reducirlo y mejorar su rentabilidad, es decir, el costo económico es igual al costo de las oportunidades perdidas donde existen costos que la empresa puede y no puede controlar” (Pindyck, 2006:208).*

Dentro del costo económico se encuentran el costo de oportunidad definido como el costo de las oportunidades que se pierden por no darle a los recursos de una empresa el fin para el que tienen mayor valor.

El costo irrecuperable son los gastos que no pueden recuperarse una vez realizados, el costo fijo es aquel que no varía con el nivel de producción.

Costo variable es aquel que varía con el nivel de producción, costo marginal es el aumento del costo derivado de la producción de una unidad adicional, nos dice cuánto cuesta elevar el nivel de la producción de una empresa en una unidad,



costo medio es el costo total dividido por su nivel de producción, es decir, es el costo unitario de producción.

Costo de uso del capital es la suma de la depreciación económica y los intereses (el rendimiento financiero), que podría obtenerse si el dinero se invirtiera de otra forma, es decir, es igual a la depreciación económica más el tipo de interés por el valor del capital por mencionar algunos y el costo mínimo que es la combinación que permite una determinada cantidad de producción al menor costo, haciendo lo más eficaz posible esta combinación.

A nivel internacional la eficiencia de los costos ha sido analizada con distintos modelos, algunos autores han trabajado la eficiencia y aplicado el modelo de frontera estocástica a cuestiones de agricultura, como es el caso del trabajo taiwanés estudiado por Hung (2008).

Este autor aplicó el modelo de frontera estocástica de costo de manera pura para estimar la frontera de los costos y la eficiencia de cada empresa considerando en el estudio ubicar estas, para hacer la ubicación de estas en relación a la frontera de costos dentro del plano.

Kvaløy (2008), estudia la estructura de costos y la integración vertical teniendo como principal aporte en el análisis de la curva de los costos promedios y la relación que tienen como la escala de producción.

Bateman (2006), investiga los beneficios y los costos agrícolas en el marco de una estrategia que implementa la Unión Europea en relación al manejo y al costo

del agua en esta actividad primaria, para analizar las estructuras de costos antes y después de la aplicación de tal estrategia.

A nivel de Latinoamérica, Benach (2005), estudia los modelos de costos de producción agrícola e industrial, analiza los modelos de costos empleados en la producción de arroz en Costa Rica y diseña propuestas de estructura de modelos nuevos de costo de producción. Reyes (1995), emplea un modelo econométrico de programación lineal para obtener mediante diferentes combinaciones de Investigación y Desarrollo (I + D), tasas de interés y precios agrícolas, una estructura de producción y costos eficiente.

A nivel nacional y local los estudios identificados se han enfocado en dos vertientes, la primera es la que plantea Kido (2007), quien hace un análisis comparativo de costos, es decir, analiza el costo eficiente y el costo de oportunidad teniendo como dos escenarios la siembra de maíz o la reforestación del área en cuestión. La segunda es la que maneja Sánchez (2004), quien hace un cálculo de la media de los costos de producción de algodón para poder llegar a un punto de equilibrio y caracterizando la estructura de los costos y producción de la empresa.

A nivel local el estudio de los costos agrícolas se ha abordado desde la perspectiva de la competitividad sistémica Bracamontes (2008), a partir de niveles microeconómicos donde variables como productividad, costos, tecnología y gestión, entre otras, tienen un papel decisivo.

Villareal (2006), presenta la estructura de costos de una empresa para poder ser candidata a un financiamiento o subsidio por parte de instituciones gubernamentales, se destaca el sector hortícola y frutícola en la generación de empleo y divisas así como en la derrama económica y el uso de insumos.

Mención aparte merece el estudio realizado por Torres (2004) quien valora el desarrollo sustentable de la agricultura, a partir de la eficiente asignación de recursos y la disminución de los costos para establecer relaciones jerárquicas entre sistemas de producción en el marco de los distintos niveles espaciales y temporales, examinando los principales enfoques e indicadores y establece un perfil regional de evaluación de las actividades agropecuarias con base en indicadores socioeconómicos y agroecológicos para analizar el desarrollo y las estrategias económicas de las unidades familiares, su calidad de vida y el medio ambiente local.

### **III.- Marco Teórico**

La eficiencia es un tópico económico sujeto a estudio por parte de diferentes métodos desarrollados a lo largo del tiempo. De hecho gracias al perfeccionamiento de las técnicas de la medición de la eficiencia hoy se cuenta con instrumentos validados que tienen como principal función detectar la eficiencia de unidades productoras, veamos.

#### **III.1 Eficiencia: Liderazgo en costo**

A lo largo del tiempo la estrategia competitiva ha sido una preocupación constante dentro de la literatura de negocios y de la económica, sin duda alguna quien ha desarrollado más este tópico es el estadounidense Michael Porter, quien ideó un esquema de cinco fuerzas donde se analizan los sectores en los cuales operan las empresas teniendo como principal objetivo el analizar las estrategias que las empresas emplean, desde una perspectiva económica industrial.

Según Porter (1997), la estrategia se lleva a cabo dentro de un contexto específico influenciado por factores clave determinantes de los límites que una empresa puede lograr.

Para la implementación de estrategia la empresa cuenta con puntos fuertes y débiles dentro de las cuales se incluyen: los recursos financieros, la posición tecnológica, identificación de marcas etc., los valores propios de una organización, son reflejo de las motivaciones y necesidades de los directivos claves y de todo el personal que debe implantar la estrategia elegida.

Las fuerzas y debilidades, son los factores que se encargarán de determinar los límites internos, y por tanto la estrategia competitiva que se puede adoptar con éxito; los límites externos están determinados por el sector industrial y el entorno al cual pertenece la unidad.

Las oportunidades y amenazas del sector industrial definen, con riesgos y beneficios el ambiente competitivo. Las expectativas de la sociedad, tienen un impacto dentro de la empresa a través de instrumentos como la política gubernamental, tanto los factores internos como los externos deben ser considerados antes de que la empresa formule objetivos y políticas para lograr una estrategia competitiva exitosa, como se muestra gráficamente en la figura 1.

**Figura 1. Contexto en el cual se formula una estrategia competitiva.**



Fuente: M. Porter. 1997: 17

Dentro del aporte teórico que realiza Porter (1997), se manejan conceptos centrales de los cuales parten las definiciones de las estrategias que ponen en práctica las empresas, estos conceptos son: mercado, industria y grupo estratégico.

El primero de ellos está definido por las condiciones de la demanda, basada en las necesidades de los consumidores y caracterizado por la ley de precio único, esta definición cuenta con tres partes importantes.

Primero se refiere al mercado como las condiciones de la demanda del producto haciendo una abstracción del comportamiento de la demanda, pues si bien el mercado se define por la demanda, la oferta es una parte decisiva dentro del mercado.

Después habla de las necesidades de los consumidores sin especificar las necesidades básicas y las que son creadas por el mismo mercado y por último hace referencia a la ley del precio único que tiene sentido sólo dentro de un mercado de competencia perfecta

El segundo concepto está definido como el conjunto de productos basados en una tecnología de fabricación similar que cuenta con proveedores y canales de distribución en común.

Finalmente el tercero son las estrategias de diferentes empresas que cuentan con un producto sustituible.

En su libro Ventaja Competitiva creación y sostenimiento de un desempeño superior, Porter hace alusión a tres tipos de lo que denomina estrategias genéricas: la diferenciación del producto, la concentración y el liderazgo en costos.

La diferenciación es cuando la empresa trata de distinguirse del sector industrial al que pertenece en aspectos que el consumidor pueda apreciar de manera directa y

amplia, siendo esta diferenciación en diferentes sentidos, por ejemplo puede ser en el producto en sí mismo, en la manera de entrega de este, la mercadotecnia y publicidad que utilice para su promoción, entre otros. Porter dice que:

*“la lógica de la estrategia de la diferenciación exige que la empresa seleccione los atributos que sean distintivos a los de sus rivales. Si quiere fijar un precio elevado deberá ser verdaderamente única en algo o ser percibida como tal. Pero a diferencia del liderazgo en costos, puede haber más de una estrategia exitosa en una industria si existen varios atributos apreciados por muchos clientes” (Porter 2002:14)*

La diferenciación refiere a lo anterior pues basa su estrategia en la elección de un grupo o segmento específico de la población y adapta sus estrategias para complacerlo excluyendo a los demás.

Finalmente el liderazgo en costos es la estrategia genérica más clara de todas, pues consiste en que la empresa se proponga ser la que tenga un nivel de producción con el menor costo de la industria. Las bases para que la empresa emplee esta estrategia y sea más competitiva pueden ser variadas y dependerán de la estructura de la empresa y de la industria a la que pertenece.

Si una empresa obtiene el liderazgo en costo y lo mantiene se convertirá entonces en una empresa por arriba del promedio haciendo que pueda tener cierto control sobre los precios de las empresas que se encuentran cerca de ella.

Porter afirma que:

*“Una compañía tendrá este tipo de ventaja si el costo acumulado de realizar todas las actividades de valor es menor que el de sus competidores... favorece un desempeño de gran calidad, cuando la compañía ofrece un nivel aceptable de valor al cliente, de modo que su ventaja no quede anulada por la necesidad de cobrar un precio más bajo que la competencia” (Porter 2002:97)*

Dentro de este sentido en su definición más pura, el costo económico es el recurso productivo empleado por parte de un agente económico en el desarrollo de su actividad, con el fin de incorporar nuevos recursos que racionalmente le proporcionarán beneficio, por lo que el liderazgo en costo de una empresa se tiene que dar cuando la compra factores que permitan el desarrollo de su actividad, se verifique hasta que los productos marginales por cada peso gastado en cada factor de producción sean iguales, es decir, cuando el costo adicional de la compra de un factor de producción sea igual a la producción adicional que este factor proporciona, de esta manera el producto marginal (producto adicional) y el costo marginal (costo adicional) serán iguales y la empresa habrá encontrado su nivel óptimo de eficiencia en costos.

### **III.2 Concepto de eficiencia**

Dentro de la literatura económica existe un punto de referencia indiscutible cuando se trata de la medición de la eficiencia de cualquier unidad o de cualquier decisión que se tome, éste es el óptimo de Pareto, el cual consiste en una situación



económica tal que si se introduce algún cambio, alguna persona o insumo, este cambio perjudicara a otro, lo cual significa que no existe una redistribución posible que beneficie simultáneamente a todas las personas o insumos de la producción por lo que se ha llegado a una situación que se da la mejor asignación de recursos.

Para garantizar el cumplimiento del óptimo de Pareto se tienen que cumplir tres condiciones: eficiencia en la producción, eficiencia en el intercambio y eficiencia global.

La eficiencia en la producción se refiere a la igualdad de las relaciones marginales técnicas de sustitución entre los insumos utilizados para la producción y el producto obtenido.

La eficiencia de intercambio supone la igualdad de las relaciones marginales de sustitución entre los distintos bienes para todos los consumidores.

Finalmente la eficiencia global se logra cuando la relación marginal de sustitución entre dos bienes cualesquiera para todos los individuos iguala la relación marginal de transformación entre ambos bienes.

Lindbeck (1971), consideró la diferenciación de tres extensiones adicionales de la idea de eficiencia: asignativa, técnica y coordinativa e informativa, de tal manera que la primera de ellas en su versión estática coincidiría con la versión del óptimo de Pareto, mientras que desde el punto de vista dinámico los insumos se agrupan en función de los gustos de los individuos.

La eficiencia técnica se define por la interpretación de la función de la producción como el conjunto de los puntos frontera del conjunto de producción, quedando explicado así el espacio de asignaciones eficientes que se encontraría sobre la función de producción y los puntos ineficientes, situadas por debajo de la misma contemplando las relaciones entre insumos y productos, por lo que la eficiencia puede variar si cambia o se modifica la técnica de producción, pero no se cambian los precios y las productividades marginales

Por último la eficiencia coordinativa e informativa se alcanza mediante la minimización de los costos de la información necesaria para la toma de decisiones y la implementación de estrategias adecuadas a la unidad productora, y sus componentes en la función de producción.

Con este contexto se estima adecuado centrar la atención en el concepto de eficiencia que será utilizado para la presente investigación pues posee diversas interpretaciones (Dunlop 1985:2) que obligan a delimitar el significado de la misma.

Según Andrade (2008) eficiencia es la expresión empleada para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos.

Siendo la eficiencia un concepto que se emplea para medir, dentro de la literatura éste es sujeto a evaluaciones desde diferentes perspectivas y metodologías que se han creado definidas por características específicas de las investigaciones para las cuales fueron diseñadas.

### **III.3 Modelos de evaluación de eficiencia**

La teoría económica considera distintas funciones que pueden delimitar el espacio donde se localizan las unidades de decisión sujetas a evaluación, y que sirven de referencia para caracterizar y definir la eficiencia.

El concepto de eficiencia ha tenido una evolución considerable en la historia siendo Debreu (1951:273-5) quien ofreció una definición de medida de eficiencia basándose en un radio de distancias, dicho radio cuantificaría la proporción en que la situación obtenida en una economía se aleja de la situación óptima, considerando como tal aquella en la que fuera imposible aumentar la satisfacción de un individuo sin, al menos, disminuir la de otro.

Este modo de concebir la cuantificación de la eficiencia, si bien no dependía de las unidades de medida presentaba la dificultad de tener un sistema intrínseco de precios que homogeneizara las magnitudes de bienes comparadas en el proceso de cálculo del parámetro de eficiencia mediante el cómputo del ratio de distancias (Debreu (1951:274)).

Dentro de esta lógica Koopmans (1951), utilizó las consideraciones paretianas para determinar el entorno de referencia que va a delimitar el espacio de producción, por lo que un determinado punto del espacio de producción es eficiente cuando un aumento del producto neto de un bien sólo puede conseguirse con la disminución del producto neto de cualquier otro bien.

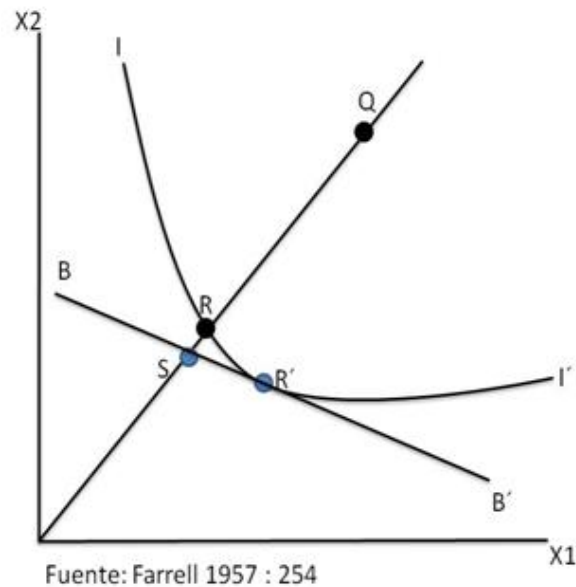
Este autor fue más genérico al demarcar un principio de eficiencia más limitado respecto a Debreu, partió de considerar un marco de posibilidades técnicas

similares a los modelos de insumo-producto; no obstante Koopmans no precisa cómo medir la eficiencia, sólo señala el significado y concepción que él tiene de la misma, por tanto sigue faltando una noción de eficiencia más genérica y posible de medir.

Farrell (1957), fue precisamente quien aportó esa noción genérica y medible. En 1957 delimitó dos conceptos de eficiencia: la eficiencia precio y la eficiencia técnica. La define como la situación en que una unidad productiva utilizará una combinación de insumos que, con el mismo costo, alcanzará un producto determinado a precios establecidos y como logra al producir lo máximo posible a partir de los insumos dados, respectivamente.

Los tipos de eficiencia propuestos por Farrell pueden verse en el gráfico 1, en donde  $II'$  representa la isocuanta unitaria de producción, es decir el producto generado a partir de la combinación de dos insumos,  $x_1$  y  $x_2$  representan los insumos empleados que son necesarios para generar una unidad de producto, lo cual significa que cualquier punto dentro de esta curva será eficiente para producir una unidad de producto.

**Gráfica 16. Eficiencia técnica y de precios**



De esta manera R es una asignación eficiente mientras que Q no, pues Q emplea más insumos tanto de  $x_1$  como de  $x_2$  para lograr un mismo producto. Sin embargo esta lectura de la gráfica 1 no considera en ningún momento el precio de los factores.

Farrell (1957: 254-255), también introdujo el nivel de precios en su trabajo al considerar la eficiencia precio. De esta manera, en la grafica 1, la recta  $BB'$  refleja la relación que se da entre los precios de los recursos mediante la pendiente. En este sentido  $R'$  y no R sería la asignación eficiente debido a que es la que puede ser adquirida a los precios establecidos en el mercado representando con la tangencia sobre la isocuanta la minimización del costo.

Lo más significativo es que este autor proporcionó una definición de eficiencia, una manera formal de medición de la misma y un método de aproximación empírico de

la frontera de eficiencia cuando la función de producción es desconocida y lo único posible es utilizar las observaciones de insumos empleados y productos generados.

De lo anterior se observa que para medir la eficiencia de un conjunto de unidades productivas es necesario conocer la función y la frontera de producción (la frontera de producción representa el máximo nivel de producto que puede ser producido dado el nivel de insumos o, alternativamente, el mínimo nivel de insumos que puede producir un nivel dado de producto).

La función o frontera de costos expresará entonces el mínimo nivel de costos al cual es posible producir unos determinados productos, dados los precios de los insumos o el conjunto de producción y la frontera de eficiencia para lo cual existen diversos métodos que pueden clasificarse en dos sentidos, es decir su carácter paramétrico y no paramétrico.

La evaluación de la eficiencia de las distintas unidades de decisión y gestión, se pueden realizar a través de técnicas donde no es necesario definir de forma explícita un función que sirva de frontera.

Los modelos para la evaluación de la eficiencia pueden clasificarse en dos grandes grupos, en función de la metodología empleada por cada uno de ellos. Así, tenemos los modelos que no utilizan una función de producción frontera y los modelos que la utilizan.

### **III.3.1 Modelos que no utilizan frontera**

La medida de la eficiencia de las unidades de producción ha estado íntimamente ligada al estudio de las funciones de producción frontera, debido a la necesidad de estándares con los que se puede medir la eficiencia.

Este tipo de modelos se justifica porque tratan de evaluar la mejora en la eficiencia tomando como muestra un conjunto de empresas que pertenecen a sectores diferentes, no compara a empresas del mismo sector, y no se compara la eficiencia de cada empresa en función de la frontera sino la evolución que haya tenido la empresa en un tiempo amplio de estudio.

Cuando no es necesaria la función que sirve de frontera, las técnicas más utilizadas son los índices de productividad de los factores, parciales y totales, y los modelos econométricos.

Los índices de productividad, se pueden expresar como un cociente entre el volumen de producción y la cantidad de factores productivos empleados para su obtención. Esta es una clasificación aceptada que hace distinción en dos bloques de indicadores de resultados, los índices de productividad parcial y los índices de productividad total de los factores.

Los índices de productividad parcial determinan la relación entre el producto total de la empresa o unidad de decisión y gestión evaluada con la cantidad utilizada de insumos.

Estas aproximaciones consisten en la relación entre el producto y una medida ponderada de insumos, las ponderaciones de los insumos se dan por sus precios relativos o la proporción relativa de cada factor.

La productividad parcial es del factor trabajo y tienen como debilidad que ignora la presencia de otros factores endógenos y exógenos que afectan a la productividad media y marginal de las unidades productivas o empresas.

Los modelos econométricos se han desarrollado por Feldstein (1967), entre otros, quien calculó la eficiencia de 177 hospitales, para lo cual, estimó el rendimiento de los hospitales no sólo en términos de costos, sino también en términos de producción comparando en todos los casos datos actuales con datos esperados. En concreto utilizó un grupo de funciones para medir el grado de eficiencia/ineficiencia técnica asignativa y global de la muestra seleccionada. La eficiencia calculada a partir de la función de producción de tipo Cobb-Douglas<sup>2</sup> que se expresa de la siguiente manera:

$$\ln y_i = \beta_i + \sum_j \beta_j + \ln x_{ij} + u_i$$

Donde la  $y_i$  es la medida del producto,  $\beta_j$  son los coeficientes a estimar,  $x_{ij}$  son los insumos considerados y  $u_i$  el término de error, el cual puede ser considerado como la medida de la eficiencia.

De este modo, aquellas observaciones cuyos resultados den un residuo igual a cero estarán localizadas sobre la línea de regresión, lo cual significa que tienen una

---

<sup>2</sup> La función de producción Cobb-Douglas es una forma de función de producción, ampliamente usada para representar las relaciones entre un producto y las variaciones de los insumos tecnología, trabajo y capital.



eficiencia técnica en torno a la media, mientras las observaciones que son positivas están por encima de la eficiencia media y viceversa los negativos.

La lógica detrás de las afirmaciones anteriores es que un residuo igual a cero responde a una productividad totalmente esperada de los insumos que se disponen.

La eficiencia asignativa o económica es aproximada a partir del cociente entre la productividad marginal de los insumos igualado al cociente de los costos de estos. La ventaja de este método es la posibilidad de adaptarlo a una forma funcional flexible, La mayor dificultad es que los parámetros  $\Theta_{ji}$  no son específicos por empresa y miden sólo el componente sistemático de la ineficiencia asignativa.

### **III.3.2.- Modelos que utilizan frontera**

Los modelos de frontera miden la eficiencia de cada unidad de decisión y gestión en relación con una frontera eficiente que puede estar representada por una función de producción, de beneficios o de costo.

Estas fronteras, pueden estar estimadas a través de técnicas paramétricas o no paramétricas en función de si utilizan o no una forma funcional definida (Cobb-Douglas, CES<sup>3</sup> o Translog).

Las aproximaciones paramétricas emplean métodos estadísticos o de programación matemática para estimar la función de frontera y así calcular las tasas de eficiencia.

---

<sup>3</sup> Modelo de elasticidad de sustitución constante

Estos modelos se clasifican en paramétricos no estadísticos, paramétricos deterministas estadísticos y estocásticos, según sea la naturaleza de la distribución de la perturbación aleatoria.

Los modelos deterministas no especifican la distribución de la variable no aleatoria, los estadísticos asignan una forma determinada y los estocásticos van más allá, calculando un valor de la ineficiencia independientemente de los errores de medida.

Los modelos de naturaleza no paramétrica utilizan técnicas de programación matemática para medir y evaluar la eficiencia de las empresas. En esta categoría hay que destacar el análisis envolvente de datos (DEA), a través del cual se puede construir una frontera o un hiperplano de producción, que permita medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión que producen similares “outputs” a partir de un conjunto de “inputs”.

Dentro de los modelos de naturaleza paramétrica hay tres diferentes modelos de frontera, los deterministas, los estadísticos y los estocásticos. Los primeros presentan la siguiente formulación:

$$y_i = f(x_i, b); b \geq 0$$

Teniendo como método de resolución la programación lineal y la programación cuadrática con una distribución no especificada de residuos y que tienen como medida de eficiencia una observación individual para cada insumo.

Farrell (1957), sugiere la construcción de un entorno paramétrico convexo que delimitara el espacio de producción y para ello recomienda la utilización de un modelo de carácter estático representado por la función de producción de Cobb-Douglas, aún cuando se reconoce lo poco aconsejable que resultaría el imponer una forma funcional para determinar a la frontera, destaca las importantes ventajas de poder expresar la frontera a través de una simple relación matemática.

Aigner y Chu (1968), especificaron una función homogénea de Cobb-Douglas donde el único requisito impuesto es que las observaciones se sitúen sobre o por debajo de la frontera eficiente ( $y \leq f(x)$ ).

Dentro de este modelo los parámetros pueden ser estimados a través de la utilización de técnicas de programación matemática (programación lineal o programación cuadrática o mínimos cuadrados ordinarios corregidos), de tal manera que la delimitación de la frontera eficiente se realiza a partir de las observaciones disponibles, midiendo la eficiencia de cada una de ellas sin necesidad de especificar una forma de distribución para la perturbación aleatoria.

En cuanto a los modelos estadísticos de frontera tienen como fórmulas las siguientes:

$$y_t = f(x_i, b)$$

$$P[f(x_i, b)] \geq y_i P$$

$$y_i = f(x_i, b) + u_i$$

$$u_i \leq 0$$

Siguen una programación lineal y cuadrática además de la máxima verosimilitud y el método de los mínimos cuadrados ordinarios corregidos como método de solución, contando con una distribución de residuos no especificada, exponencial, semi-normal, beta y gamma, y teniendo como medida de la eficiencia la observación individual de cada factor, el valor esperado del término de error y la eficiencia media de la muestra.

### **III.3.2.1- Modelo estocástico**

En el modelo estocástico de frontera se incluye el análisis de las perturbaciones o el componente aleatorio no sistemático que sustituye o representa aquellas variables que son omitidas o ignoradas y que afectan al producto pero que un modelo determinista o estadístico no incluye en el análisis.

Dentro de esta lógica el término de error sustituye todas las variables que no son incluidas dentro del modelo de análisis para lo cual hay diferentes significados.

En primera instancia se considera la vaguedad de la variable ya que de existir una teoría que determine el comportamiento del output esta puede y generalmente es incompleta, pudiendo saber que algunas variables afectan a otras pero no estar seguros de que otras variables lo hagan o no, por consiguiente el error puede ser utilizado como sustituto de todas las variables excluidas u omitidas por el modelo.

Otra causa es la no disponibilidad de información ya que aun cuando se sabe cuáles son las variables excluidas se puede no tener la información cuantitativa sobre estas variables.

Se puede tomar en cuenta la rivalidad obtenida al momento de elegir variables centrales frente a periféricas, esto es, hay muchas variables que afectan a un fenómeno pero no todas son variables centrales hay algunas consideradas periféricas, por el poco peso que representan dentro del modelo, desde el punto de vista práctico y por cuestiones de costo no se justifica su introducción explícita dentro del modelo, por lo cual se espera que el término de error recoja el efecto combinado de estas variables.

Además puede presentarse una aleatoriedad intrínseca en el comportamiento ya que aun cuando se tenga éxito en la introducción de variables relevantes en el modelo existe la posibilidad de aleatoriedad intrínseca en el output y que a pesar de todos los esfuerzos no sea explicada, en este caso el error reflejaría la aleatoriedad intrínseca.

Por otra parte la utilización de variables *proxy* o representantes puede ser inadecuada pues los datos pueden estar plagados de errores y el término de error puede representar bien a estos errores.

Igualmente existe lo que se conoce como el principio de parsimonia que esencialmente dice que un producto puede ser explicado sustancialmente por dos o tres insumos, lo cual no significa que se deban excluir variables relevantes pero si las periféricas pues el error las representara finalmente se tiene la forma funcional incorrecta ya que aun cuando se tienen las variables que la teoría considera como correctas para explicar un fenómeno, obteniendo información confiable de ellas frecuentemente no se conoce la forma de la relación funcional

entre el output y el input, menos en un modelo de regresión múltiple donde no es fácil determinar la relación funcional apropiada.

Por las razones expuestas anteriormente, el componente aleatorio no sistemático asume un papel extremadamente crítico en el análisis de los modelos de función de frontera estocástico que se aprecia durante las interpretaciones que se le puedan dar al modelo y de ahí la importancia de utilizar el modelo de función de frontera estocástico.

El modelo estocástico de frontera de costos fue propuesto por Aigner et al (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977) en donde la eficiencia estocástica se supone que sigue una distribución de medias normal<sup>4</sup>.

Suposiciones más flexibles con respecto a la distribución de la eficiencia fueron desarrolladas en la literatura cuando se incluyó la distribución normal truncada de Stevenson (1980) que permite que se trunque un vector positivamente para que la eficiencia dependa de variables específicas.

El modelo general es de la siguiente manera:

$$\ln C_{it} = \ln C_{it}^{DK} + v_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$$\ln C_{it}^{DK} = f(X_{it} + Z_{it}; \beta, \delta) \quad (2)$$

$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2), \quad (3)$$

---

<sup>4</sup> La importancia de esta distribución radica en que permite modelar numerosos fenómenos naturales, sociales y psicológicos. Mientras que los mecanismos que subyacen a gran parte de este tipo de fenómenos son desconocidos, por la ingente cantidad de variables incontrolables que en ellos intervienen, el uso del modelo normal puede justificarse asumiendo que cada observación se obtiene como la suma de unas pocas causas independientes, la distribución normal es importante por su relación con la estimación por mínimos cuadrados ordinarios.

$$u_{it} \sim N(u_{it}, \sigma^2), u_{it} \geq 0, \quad (4)$$

$$u_{it} = z_{it}\gamma. \quad (5)$$

Donde:

$\ln C_{it}$  : es el logaritmo de los costos totales

$\ln C_{it}^{DK}$  : es el determinante de Kernel de la frontera de producción que está definida por la función  $f$ . El determinante de kernel es una función de dos vectores de variables  $X_{it}$  y  $Z_{it}$ , y sus correspondientes coeficientes de vectores  $\beta$  y  $\delta$  el cual está basado en una función de costos logarítmica estandarizada, por lo cual  $X_{it}$  contiene los logaritmos de los productos como cantidades  $y_{it}$  y precios como los insumos  $w_{it}$  y los términos de interacción entre ellos.

$v_{it}$  es una variable aleatoria de media 0 y con distribución normal

$u_{it}$  es la variable que captura el efecto de la ineficiencia del costo el cual es una medida del costo adicional como porcentaje del costo mínimo. Se asume que la variable aleatoria sigue una distribución normal

$Z_{it}\gamma$  en esta parte un coeficiente positivo indica que el crecimiento en una variable exógena causa que la ineficiencia en el costo se incremente (Battese y Coelli, 1995). Como se indica dentro de la ecuación (2) el vector  $z_{it}$ , esta incluido en la función del costo mínimo, lo cual significa que dentro de la variable exógena en  $z_{it}$  no solo cambia la distancia entre el costo actual del mínimo sino que incluso puede trasladar la frontera del costo  $\ln C_{it}^{DK}$ .

Con el cálculo de la frontera estocástica de costos se puede llegar a la construcción del índice de ineficiencia de costos representado por  $CII_{it}$ . El índice de ineficiencia de costos se define de la siguiente manera.

$$CII_{it} = \frac{\exp(\ln C_{it}^{DK} + u_{it})}{\exp(\ln C_{it}^{DK})} - 1 = \exp u_{it} - 1$$

Que está delimitada por debajo de 0. El índice muestra el porcentaje por el cual el costo actual excede al costo mínimo, es decir, el porcentaje en el cual se excede y por lo tanto es ineficiente.



## **IV.- Metodología**

El método seguido por esta investigación requiere de la descripción de empresas y de las variables que se utilizaran para la medición de la eficiencia de la unidad, además de la explicación de cada uno de los pasos que son necesarios para la aplicación del modelo de frontera estocástico de costo.

### **IV.1.- Descripción de las empresas**

Las empresas que participan en esta evaluación son unidades productoras de tomate bajo condiciones controladas que cuentan con tecnología media y alta, se encuentran ubicadas en Cuauhtémoc, Guanajuato, Monterrey, Saltillo, Sinaloa, Sonora y Parral.

El rendimiento, tamaño de las empresas y el precio promedio de venta está determinado por su nivel de tecnología (tabla 1), las empresas de Monterrey, Parral y Saltillo cuentan con tecnología alta y el mayor rendimiento unitario, mientras que las de tecnología media son Sonora, Sinaloa, Guanajuato y Cuauhtémoc.

Las unidades productoras a las cuales se aplicó el modelo, cuentan con características que las hacen comparables, una forma de llevar a cabo la comparación de estos grupos es el nivel de tecnología.

La frontera estocástica de costo, hace un recuento de la distancia que tiene el costo actual de la empresa y la frontera dada por las condiciones establecidas y las variables utilizadas para su construcción, es debido a esto que para la

interpretación de los indicadores resultantes del modelo se debe ubicar a la unidad productora en el contexto que sus indicadores productivos le den.

**Tabla 1 Indicadores productivos**

<b>Indicadores 2008</b>	Monterrey	Saltillo	Parral	Cuauhtémoc	Sonora	Guanajuato	Sinaloa
<b>Tamaño de la empresa (M2 totales)</b>	45,240	50,000	40,000	20,000	50,400	50,000	200,000
<b>Rendimiento unitario (Kg/m2)</b>	40.00	27.00	56.00	32.00	19.50	19.42	14.00
<b>Precio prom. de venta (\$/Kg)</b>	16.20	16.30	9.20	8.29	15.00	14.00	15.00
<b>Tecnología</b>	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media

Fuente: Información proporcionada por productores de 7 invernaderos productores de tomate

#### **IV.2.- Descripción de las variables**

Para la aplicación del modelo es necesario emplear dos tipos de variables, variables controladas y no controladas por la unidad productora analizada. En primera instancia se tiene a las variables no controladas, para esta investigación se consideran 3, el precio de mercado, el tipo de cambio de 2008 y el precio del gas natural en 2008.

Este tipo de variable muestra la influencia que tiene el exterior dentro de la estructura de costo de las empresas, influyendo en el comportamiento de la eficiencia de la misma.

Las variables controladas están representadas por la estructura de costos de las unidades productoras que participan en el análisis

La estructura de costos de cada empresa<sup>5</sup> tiene impresa en ella el sello personal de quien la elabora, por lo que las empresas no necesariamente coinciden en las prioridades de ciertos asientos contables haciendo incomparables las variables controladas que son necesarias para la aplicación del modelo.

Con este antecedente, el primer paso necesario para la aplicación correcta del modelo, es el homologar<sup>6</sup> las estructuras de costos de las empresas participantes dentro de esta evaluación quedando como lo muestra la tabla 2.

<b>Tabla 2. Estructura de costo de producción del tomate de invernadero</b>	
<b>1.- Indicadores productivos</b>	3.1.3. Fertilizantes
<b>1.1. Tamaño de la empresa (M2 totales)</b>	3.1.4. Empaque
<b>1.2. Rendimiento unitario (Kg/m2)</b>	3.1.5. Energía eléctrica
<b>1.3. Precio promedio de venta (\$/Kg)</b>	3.1.6. Gas CO2, Combustible
<b>1.3.1. Precio promedio de venta exportación (\$/Kg)</b>	3.1.7. Insumos quim/biol
<b>1.3.2. Precio promedio de venta nacional (\$/Kg)</b>	3.1.8. Agua
<b>1.4. Tecnología</b>	3.1.9. Mano de obra
<b>2.- Ingreso por hectárea</b>	3.1.10. Fletes
<b>2.1. Producto principal (tomate fresco)</b>	3.1.11. Comercialización
<b>2.2. Maquila de empaque</b>	3.2 Otros costos variables
<b>2.3. Pagos de gobierno</b>	3.2 Costos fijos
<b>3.- Costos de operación por hectárea</b>	3.2.1. Admon. de la empresa
<b>3.1. Costos Variables</b>	3.2.2. Depreciación de activos
<b>3.1.1. Semillas (material vegetativo)</b>	3.2.3. Otros costos fijos
<b>3.1.2. Sustrato de cultivo (tratamiento al suelo)</b>	
<b>Fuente: elaboración con base en información de 7 invernaderos productores de tomate, homologación sugerida por FIRA 2008</b>	

Una vez homologada la estructura, las variables que se aplicarán dentro del modelo deben ser calculadas por metro cuadrado para y por kilogramo para calcular los indicadores económicos de la empresa (punto de equilibrio y utilidad de operación por kilogramo y por metro cuadrado).

<sup>5</sup> Estructura de costo obtenida del estudio Agricultura protegida: cultivo de tomate de invernadero costos de producción y análisis de rentabilidad elaborado por FIRA.

<sup>6</sup> La homologación en las estructuras de costos es la sugerida por FIRA.

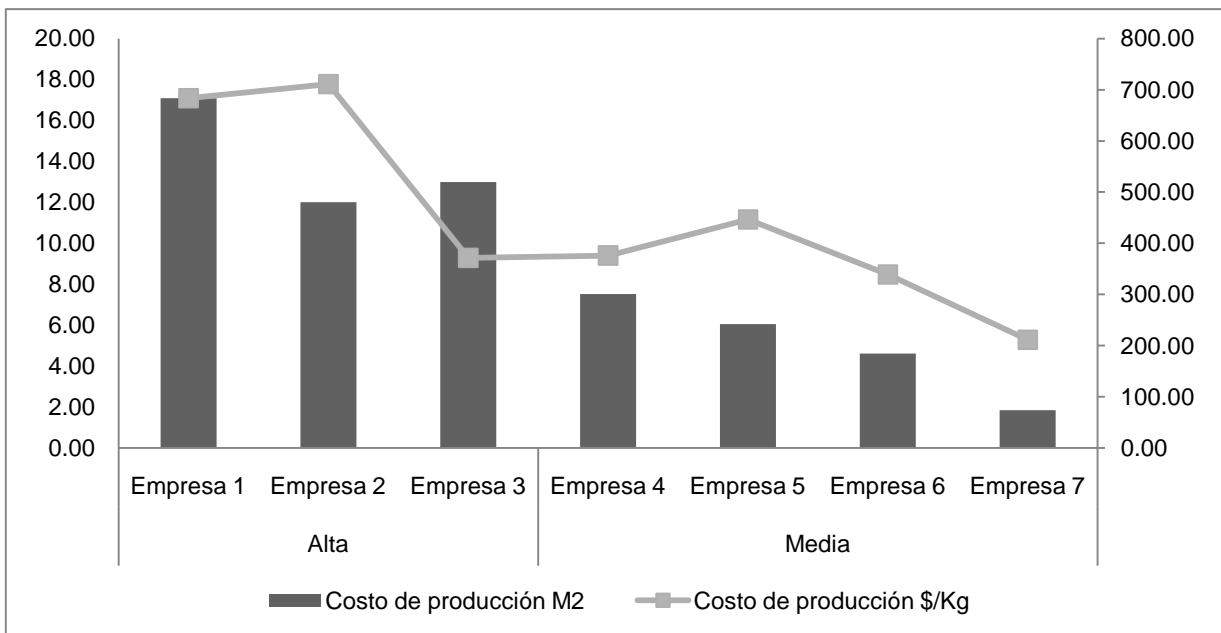
### **IV.3.- Estadística descriptiva**

La estadística descriptiva de las variables da un panorama más revelador de la importancia que tiene cada una de ellas dentro del costo total, para efectos de esta investigación se utilizarán los costos por kilogramo y por metro cuadrado y es necesario evidenciar cuales son las variables que más pesan dentro de las estructuras de las diferentes empresas para los criterios de elección de las variables que se incluirán en el modelo.

A continuación se presentan tres gráficas en la primera se observa el costo total de producción por metro cuadrado y por kilogramo con el fin de evidenciar las diferencias que existen entre las diferentes empresas.

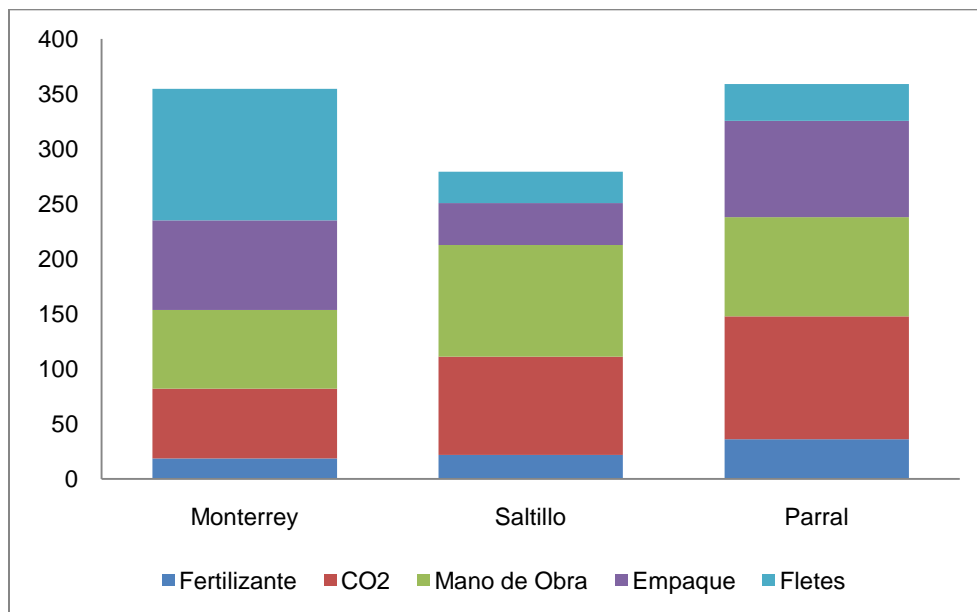
Se tiene el costo de producción de la primer empresa, que cabe mencionar es una empresa que cuenta con una tecnología alta, de casi 700 pesos por metro cuadrado y la empresa 7, de tecnología media, con menos de 100 pesos, las demás empresas tienen su costo en un rango de menos de 600 y más de 200 dependiendo del nivel de tecnología en el que se encuentren. La segunda y tercer gráfica presenta el porcentaje que ocupan los principales costos, estos son fertilizante, CO<sub>2</sub>, mano de obra, empaque y flete, siendo el empaque el costo más elevado dentro de los costos totales.

**Gráfica 17. Comparación de costo de producción de tomate de invernadero en 7 estados 2008**



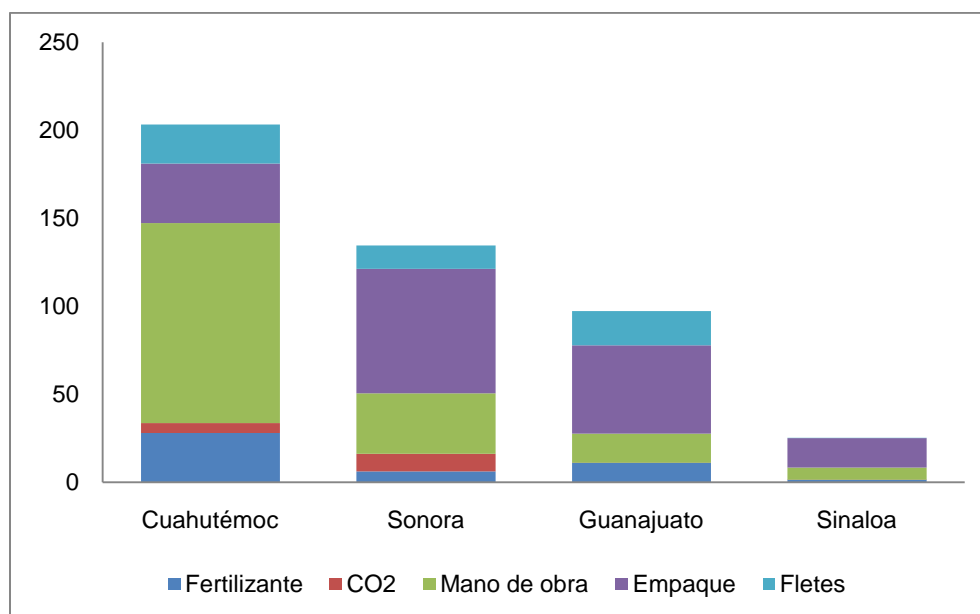
Fuente: elaboración propia con base en información de 7 invernaderos productores de tomate

**Gráfica 18. Composición de los costos variables de producción de tomate en invernadero con alta tecnología 2008**



Fuente: elaboración propia con base en información de 7 invernaderos productores de tomate

**Gráfica 19. Composición de los costos variables de producción de tomate en invernadero con tecnología media 2008**



Fuente: elaboración propia con base en información de 7 invernaderos productores de tomate

#### **IV.4.- Elección de Costo por empaque**

Como se puede observar en la descripción estadística realizada en el apartado anterior, el empaque juega un papel dominante sobre los demás asientos contables reportados por todas las empresas; representa en algunas empresas hasta el 92 % de los costos totales.

Esta importancia que tiene el empaque hace que merezca una mención especial dentro de las variables controladas de la empresa, en la tabla 5 se describe en qué porcentaje contribuye este asiento contable en cada una de las empresas que proporcionaron información, la clasificación de la tabla es por nivel de tecnología y por cada empresa que representa a las ciudades y estados que se mencionan en la tabla. Los porcentajes varían desde un 70 por ciento en la empresa

representada por Sonora hasta un 92 % reportada por la empresa ubicada en Saltillo, las demás empresas cuentan con un porcentaje que fluctúa entre el 72 y el 88.89 por ciento.

<b>Nivel de tecnología</b>	<b>Ciudad/Estado</b>	<b>Con empaque Porcentaje</b>	<b>Sin empaque Porcentaje</b>
<b>Alta</b>	Monterrey	88.08%	11.92%
	Saltillo	92.08%	7.92%
	Parral	83.15%	16.85%
<b>Media</b>	Cuauhtémoc	88.73%	11.27%
	Sonora	70.80%	29.20%
	Guanajuato	72.81%	27.19%
	Sinaloa	77.59%	22.41%

**Fuente: elaboración propia con base en información de 7 invernaderos productores de tomate**

## **IV.5.- Simulación Montecarlo**

### *IV.5.1.- Método Montecarlo*

La simulación Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos.

Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los años cuarentas del siglo pasado, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones.

En años posteriores, la simulación de Monte Carlo se ha aplicado a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como

único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación Montecarlo en las áreas informática, empresarial, económica, industrial e incluso social.

En otras palabras, la simulación de Monte Carlo está presente en todos aquellos ámbitos en los que el comportamiento aleatorio o probabilístico desempeña un papel fundamental.

#### *IV.5.2.- Planteamiento del problema*

Un productor desea conocer si su producción de tomate es eficiente, la empresa productora será eficiente cuando alcance su costo mínimo. Dentro de una unidad económica el costo mínimo o eficiencia se alcanza cuando el costo marginal se iguala a cero, dentro de esta situación intervienen variables que la empresa puede y no puede controlar por lo cual se propone la siguiente simulación para conocer el costo eficiente de la empresa.

#### *IV.5.3.- Definición de variables no controladas, controladas y determinante*

A continuación, en la tabla 4 se presentan las variables definidas para la aplicación de la simulación:

<b>Tabla 4. Definición de Variables</b>			
<b>Controladas</b>	<b>No controladas</b>	<b>Variables a simular</b>	<b>Determinante</b>
<b>Costo fijo</b>	Precio de mercado por tipo de empaque tipo de cambio precio del gas natural	Costo variable  Costo total Precio de liquidación	Costo de empaque por kg
<b>Fuente: elaboración propia con base en información de 7 invernaderos productores de tomate.</b>			



Donde:

**Costo fijo:** son los costos fijos reportados por las empresas.

**Precio de mercado por tipo de empaque:** representan los costos diarios por tipo de empaque de tomate en dos escenarios precio alto y bajo, entendiendo como escenario de precio alto aquel cuando el precio alcanza su máximo dentro del mercado y escenario de precio bajo cuando el precio alcanza su mínimo, los empaques más utilizados en el mercado son: 5kg Carton, 5kg Flats, 10 libras, 11 libras, 15 libras y 25 libras<sup>7</sup>; el precio de mercado incorporado a la simulación fue el precio promedio por kilogramo mensual reportado por la USDA para el año del 2008.

**Tipo de Cambio:** Paridad cambiaria diaria peso-dólar reportado por Banco de México para el año 2008.

**Precio del gas natural:** precio del gas natural trimestral reportado por Banco de México para el año 2008.

**Costo total y Costo variable:** costos reportados por las empresas

**Costo de empaque por kg:** costo reportado por la empresa

---

<sup>7</sup> Los empaques utilizados se justifican por su unidad de medida, el kilogramo y la libra son unidades que se pueden comparar con los costos proporcionados por las empresas participantes en esta investigación, se excluyeron algunos por falta de unidad de medida.

#### *IV.5.4.- Proporción de las variables sobre el costo total*

Las variables a simular serán ponderadas sobre su participación en el costo total para obtener una mayor aproximación a la realidad con la simulación Montecarlo realizada.

#### *IV.5.5.- Simulación*

El cálculo de la simulación se realiza mediante la programación de la hoja de cálculo Excel en la cual se realizan 1000 ensayos con simulaciones controladas aplicadas a las variables no controladas y controladas.

El criterio de decisión para la elección de las variables que se aplicarán en el modelo de frontera estocástica es la rentabilidad de las variables, es decir cuando los costos totales sean menores o iguales al precio de liquidación<sup>8</sup>.

### **IV.6.- Aplicación del modelo**

La aplicación del modelo se lleva a cabo en el paquete estadístico STATA 10, el cual dentro de los comandos contempla el de frontera estocástica con la posibilidad de ajustarlo a la función de costo, el modelo cuenta con la especificación de distribución normal y la especificación de las perturbaciones, por una parte esta la  $u_i$  que sería la variable que captura el efecto de la ineficiencia de las variables no controladas y la variable  $v_i$  que captura el efecto de la ineficiencia de las variables controladas por la empresa.

---

<sup>8</sup> El precio de liquidación se define como precio de mercado -10%, siendo este 10% la ganancia del intermediario

#### *IV.6.1.- Frontera Estocástica de Costo*

La regresión de frontera estocástica de costo arroja los resultados como muestra la figura 2 evidencia en primer lugar el comando que se aplica en el programa de STATA 10 para obtenerla, después especifica que es una frontera estocástica con una distribución de medias normal, detalla las características de las variables que fueron utilizadas para la aplicación del modelo, en el caso de la figura 2 fueron 916 variables que a un nivel de confianza de 95% dieron como resultado la regresión que se presenta, en primera instancia se tiene la regresión donde interactúan las variables dependientes e independientes, el modelo cuenta con la propiedad de separar el error estadístico del error estocástico para lo cual las variables se diferencian entre controladas y no controladas, es en la distribución del error generado por este último tipo de variable en el cual se basa la hipótesis de esta investigación.

La interpretación del error estocástico se basa en dos componentes esenciales de la regresión, el primero es el signo y el segundo el coeficiente.

El signo muestra si la ineficiencia se presenta de manera positiva o negativa, es decir, muestra si la empresa está aumentando o disminuyendo la ineficiencia según sea el signo.

En el caso del coeficiente refleja en que porcentaje se aumenta o disminuye la ineficiencia, en el caso de la figura dos que la ineficiencia aumentó en 5 por ciento cuando interactúan la variable no controlada del precio de empaque y el costo por

empaque, siendo el tipo de cambio promedio de 11.13 pesos por dólar en 2008 y un precio del gas natural promedio de 6.99 pesos.

**Figura 2. Frontera estocástica de costo**

```
. frontier ctm2 precio cxe, uhct(precio) vhet(cxe) cost nolog iterate(100)
Stoc. frontier normal/half-normal model      Number of obs   =      916
Log likelihood =    4105.218                  Wald chi2(2)    =    7.79e+07
                                           Prob > chi2     =     0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>ctm2</b>						
precio	-.0001668	.0001473	-1.13	0.257	-.0004555	.0001219
cxe	.9724754	.000114	8528.85	0.000	.9722519	.9726989
_cons	3.559906	.0003809	9344.82	0.000	3.55916	3.560653
<b>lnsig2v</b>						
cxe	-7.911996	.17225	-45.93	0.000	-8.2496	-7.574392
_cons	2.764299	.3099484	8.92	0.000	2.156811	3.371787
<b>lnsig2u</b>						
precio	5.088877	.6825449	7.46	0.000	3.751113	6.42664
_cons	-19.22836	.8975534	-21.42	0.000	-20.98753	-17.46919

## **V.- Frontera Estocástica de Costo.**

En la aplicación del modelo se obtuvo la distribución del error estocástico en dos escenarios distintos con cada una de las variables no controladas propuestas y por los tipos de escenario que la base de datos proporciona haciendo clasificación de altamente y poco eficientes.

### **V.1 Variable aleatoria: Precio de mercado por tipo de empaque y escenario.**

En el caso del precio de mercado, en el escenario de precio alto la empresa de Cuauhtémoc presenta una alta ineficiencia pues sus coeficientes llegan hasta el 9 por ciento en el caso del empaque de 11 libras el cual es el que representa la mayor ineficiencia para la empresa seguido por el empaque de 15 libras el cual aumenta en 6 por ciento la ineficiencia al igual que el empaque de 5 kg Carton, después se encuentra el empaque de 25 libras que aumenta la ineficiencia en un 2 por ciento para la empresa.

El empaque que aumenta en menor medida la ineficiencia de la empresa de Cuauhtémoc es el de 10 libras, ya que su ineficiencia aumentaría en 0.14 por ciento, todo esto dadas las condiciones que se presentan en el año analizado, es decir 2008, pues esta distribución está condicionada a un tipo de cambio promedio anual de 10.9289 pesos por dólar, reportados por el banco de México y un precio promedio anual del gas natural de 6.999.

**Tabla 5. Distribución del error estocástico por tipo de empaque escenario precio alto**

Estados con ineficiencia		Precio por tipo de empaque					
		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
Altamente ineficientes	Cuauhtémoc	6.00811	1.39434	0.14185	9.41627	6.01722	2.78779
	Sonora	1.30406	4.71281	0.08311	13.65449	5.89949	n.a.
Poco Ineficientes	Guanajuato	-0.02342	-0.26109	0.05586	-0.35173	-0.04134	0.58736
	Saltillo	0.02291	-0.10394	-0.50618	-0.03593	-0.42994	4.81965
	Sinaloa	-0.19451	0.16196	-0.00029	-0.35929	0.14157	0.27444

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por productores

La empresa ubicada en Sonora, dentro del escenario del precio alto, presenta niveles importantes de ineficiencia, sobretodo en el empaque de 11 libras pues ésta aumenta en 13%, sin dejar de lado que en todos los tipos de empaques analizados cuenta con un aumento de ineficiencia que va desde los 5.89% hasta el 0.083%. En contraste al observar el comportamiento del error estocástico que tiene la empresa de Sinaloa se puede notar que los niveles de ineficiencia que maneja son mínimos y fluctúan entre los 0.27% y -0.35%.

Para el escenario de precio bajo con las condiciones antes mencionadas del tipo de cambio y el precio del gas natural, se tiene una distribución del error completamente distinta a la obtenida en el escenario del precio alto, ya que para cuatro tipos de empaque no se encontró convergencia, lo cual significa que la estructura del costo es adecuada para este escenario, que incluye las condiciones de tipo de cambio y precio del gas natural, y estos tipos de empaque los cuales son 5 kg Flats, 11, 15 y 25 libras, mientras que para el empaque de 5 kg Carton y

10 libras la ineficiencia aumenta considerablemente en 15 y 2 por ciento respectivamente.

En cuanto a la situación mostrada por la empresa de Sinaloa no hay cambio, es decir, su estructura de costo no se afecta en una medida importante por los cambios que pueda tener la variable aleatoria, el precio de mercado; la empresa ubicada en Sinaloa muestra coeficientes pequeños de aumento de ineficiencia, como el mostrado por el empaque de 25 libras que es de 0.18%, para los demás empaques la ineficiencia disminuye desde -0.003% hasta -1.49%.

**Tabla 6. Distribución del error estocástico por tipo de empaque escenario precio bajo**  
**Precio por tipo de empaque**

Estados con ineficiencia		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
Altamente ineficientes	Cuauhtémoc	15.81960	n.a	2.57167	n.a	n.a	n.a
	Sonora	3.27231	0.31081	-0.19878	15.67774	0.08777	n.a
Poco Ineficientes	Guanajuato	0.99199	-0.14171	-0.06994	0.28944	-0.16426	0.69795
	Saltillo	-0.10024	-0.11137	-0.41556	-0.58090	2.44286	2.06763
	Sinaloa	-0.07411	-0.00359	-0.05594	-1.49639	-0.17785	0.18415

**Fuente: Elaboración propia a base de información proporcionada por productores**

En el escenario de precio bajo la empresa de Sonora dio como resultado una distribución del error estocástico que alcanza su máximo en el empaque de 11 libras al aumentar este la ineficiencia en un 15 por ciento, siendo este porcentaje el peor escenario en la aplicación de la frontera estocástica.

Cabe destacar la empresa de Saltillo pues siendo una empresa con una tecnología alta tendría que cumplir con el supuesto de ser eficiente en cada uno

de sus componentes del costo, sin embargo el resultado fue que, aún cuando su ineficiencia es pequeña, el modelo encuentra un grado de convergencia en la interacción del costo y la variable aleatoria.

## **V.2 Variable aleatoria: Tipo de cambio**

La distribución del error estocástico cuando la variable no controlada fue el tipo de cambio cambió la situación que se presentó con el precio de mercado, en este caso la empresa de Sonora por ejemplo, en el escenario del precio alto, paso de ser altamente ineficiente a poco ineficiente, y la empresa de Saltillo a la inversa. Esta situación que se presenta dentro de las empresas por el tipo de cambio se debe principalmente a que son empresas que se dedican a la exportación del tomate y el tipo de cambio es una variable que en definitiva afecta su eficiencia.

Al igual que con la variable de precio de mercado el tipo de cambio refleja que la unidad ubicada en Cuauhtémoc continúa siendo la más ineficiente, sin embargo hay que aclarar que los coeficientes de tipo de cambio y de precio de mercado no son iguales, recordando que el coeficiente es el que determina el porcentaje en el cual la empresa es o no ineficiente, pues el promedio del coeficiente es menor en el tipo de cambio que en el precio de mercado. Aún con esta aclaración resulta importante destacar el caso de Cuauhtémoc pues presenta un coeficiente de aumento en la ineficiencia importante, 1.86% y 1.14% dentro de los empaques de 5 kg Carton y Flats respectivamente, en el caso de los empaques de 10 y 15 libras la situación que se observa es distinta, pues la variable contribuye a la disminución de la ineficiencia, para el resto de los empaque no se encuentra convergencia.



**Tabla 7. Distribución del error estocástico tipo de cambio escenario precio alto**

Estados con ineficiencia		Tipo de cambio					
		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
Altamente ineficientes	Cuauhtémoc	1.86192	1.14103	-0.61411	n.a.	-0.48917	n.a.
	Saltillo	0.87468	1.49261	0.75955	1.35486	1.46398	-0.51166
Poco Ineficientes	Guanajuato	0.19409	0.19409	0.19409	0.19409	0.19409	0.99002
	Sonora	0.00942	-0.30722	-1.75087	0.44965	-1.75087	n.a.
	Sinaloa	0.74152	0.74152	0.74152	0.74152	0.74152	0.74152

Fuente: Elaboración propia a base de información proporcionada por productores

En el caso de la empresa de Saltillo se observa que, aunque el coeficiente no es tan alto como en Cuauhtémoc, maneja cierto nivel de ineficiencia que va desde el 1.4 % hasta el 0.75% en todos los empaques exceptuando el empaque de 25 libras que colabora a disminuir este coeficiente, este caso es muy importante destacarlo pues es, como ya se menciona anteriormente, es una empresa con tecnología alta que no está siendo eficiente en el manejo de los componentes del costo que posee, por lo cual está incurriendo en niveles de ineficiencia, iguales o superiores en algunas ocasiones a los de empresas con tecnología media.

El escenario de precio bajo en cuanto a la variable de tipo de cambio muestra, nuevamente cambios en las empresas que son altamente y poco ineficientes; en esta ocasión cabe destacar el caso de la empresa sonorenses pues regresa a su posición de altamente ineficiente mostrada cuando la variable aleatoria fue el precio de mercado, incluso superando a la empresa de Cuauhtémoc pues tiene indicadores desde 1.57% hasta 0.35%, estos indicadores aun cuando no son

comparables con los porcentajes obtenidos con la distribución del error estocástico con el precio de mercado reflejan ineficiencia en la empresa y una influencia negativa sobre los componentes del costo analizados, ya que incrementa la ineficiencia de estos.

**Tabla 8. Distribución del error estocástico tipo de cambio escenario precio bajo**

Estados con ineficiencia		Tipo de cambio					
		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
<b>Altamente ineficientes</b>	Saltillo	-0.33819	1.04396	-0.64907	-0.37893	0.35172	n.a
	Sonora	1.26161	1.04396	1.04396	1.59857	1.50150	n.a
<b>Poco Ineficientes</b>	Guanajuato	0.75304	0.75304	0.75304	0.75304	0.75304	1.86926
	Cuauhtémoc	n.a	n.a	-0.62251	n.a	n.a	n.a
	Sinaloa	0.65146	0.65146	0.65146	0.65146	0.65146	0.65146

Fuente: Elaboración propia a base de información proporcionada por productores

Saltillo por su parte continúa mostrando la tendencia de ineficiencia mostrada en los escenarios anteriormente expuestos, refleja niveles de ineficiencia en dos de los seis tipos de empaques analizados.

La empresa de Sinaloa continúa siendo eficiente en el manejo de sus costos y aunque en los dos tipos de escenarios la ineficiencia que muestra la distribución de la variable aleatoria es positiva el coeficiente que presenta en ambos tipos de escenario continúa por debajo del 1%, es decir aunque el impacto es mínimo no hay una influencia importante de la variable aleatoria en los componentes del costo mostrados por esta empresa.

### V.3 Variable aleatoria: Precio del gas natural

Dentro del escenario del precio alto cuando la variable no controlada es el precio del gas natural, no se presentan coeficientes que demuestren alta o baja ineficiencia, con los resultados mostrados en la tabla 17 se evidencia que el precio del gas natural es la variable no controlada que representa una influencia menor en la estructura de costo de las empresas analizadas.

**Tabla 9. Distribución del error estocástico precio del gas natural escenario precio alto**

Estados con ineficiencia		Precio del gas natural					
		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
<b>Altamente ineficientes</b>	Sinaloa	0.09917	0.09917	0.09917	0.09918	0.09917	0.09917
	Saltillo	0.22366	0.17783	0.04074	0.17806	0.16790	n.a.
<b>Poco Ineficientes</b>	Guanajuato	-0.11539	-0.11539	-0.14071	-0.11539	-0.11539	-0.05702
	Sonora	n.a.	-0.00707	-0.05254	-0.01630	n.a.	n.a.
	Cuauhtémoc	-0.01173	0.02301	n.a.	n.a.	-0.08795	n.a.

Fuente: Elaboración propia a base de información proporcionada por productores

Sin embargo continúan presentándose casos interesantes con la distribución del error; en primera instancia se muestra que la empresa de Sinaloa ocupa ahora el lugar en las empresas altamente ineficientes, pues aunque el coeficiente de ineficiencia es muy pequeño (0.09%), es positivo y mayor a los coeficientes mostrados por las demás unidades. Saltillo sigue presentando convergencia con las variables aleatorias.

Cabe destacar en esta ocasión la empresa que se ubica en Cuauhtémoc pues pasa a la zona de unidades poco ineficientes, gracias a que en tres de los seis

empaques analizados no se encuentra convergencia, mientras en los que si se encuentra convergencia el coeficiente es menor a 1% tanto en aumento de ineficiencia como en una disminución de ésta.

Dentro del escenario del precio bajo la distribución del error no muestra cambios trascendentales en los niveles de los coeficientes, pero si muestra cambios importantes en la distribución y clasificación de las unidades productoras. En primer lugar se tiene el cambio de la empresa de Guanajuato quien por única ocasión aparece en los niveles de ineficiencia altos, esto se debe a que la ineficiencia que muestra, aunque mínima en coeficiente es positiva, en contraste con las demás empresas.

**Tabla 10. Distribución del error estocástico precio del gas natural escenario precio bajo**  
**Precio del gas natural**

Estados con ineficiencia		5 Kg Carton	5 Kg Flats	10 Libras	11 Libras	15 Libras	25 Libras
<b>Altamente ineficientes</b>	Guanajuato	0.06806	0.06806	0.06806	0.06806	0.06806	0.07985
	Sonora	-0.08801	-0.08909	-0.09678	n.a	-0.00839	n.a
	Cauhtémoc	n.a	n.a	-0.08686	n.a	n.a	n.a
<b>Poco Ineficientes</b>	Saltillo	-0.08801	-0.08909	-0.09678	n.a	-0.00839	n.a
	Sinaloa	-0.06610	-0.06610	-0.06610	-0.06610	-0.06610	-0.06610

Fuente: Elaboración propia a base de información proporcionada por productores

La unidad de Sonora presenta niveles de ineficiencia negativa lo cual significa que disminuye sus niveles, se enfatiza el comportamiento de la empresa de Cauhtémoc pues cuenta con el mejor escenario al no encontrarse convergencia en 5 de los 6 tipos de empaque.

#### **V.4 Frontera Estocástica de Costo, el caso de Monterrey y Parral**

Las unidades de análisis de esta investigación incluyeron a dos empresas que mostraron un comportamiento altamente eficiente, estas unidades cuentan con tecnología alta y con una estructura de costos capaz de soportar las fluctuaciones, tanto del tipo de cambio, del precio del gas natural y del precio de mercado en cada uno de los empaques analizados en los escenarios que se ubica esta investigación.

Al momento de la aplicación del modelo cuando se buscaba la influencia de las variables no controladas sobre la composición de los costos de estas empresas no se obtuvo convergencia, es decir, el modelo mostró que estas unidades no se ven afectadas por las condiciones externas a la empresa y cuentan con la tecnología y el contexto necesario para la óptima producción de tomate de exportación.

#### **V.5 Frontera Estocástica de Costo, el caso de Guanajuato**

Dentro de las empresas que trabajan con tecnología de nivel medio cabe señalar el caso de la unidad de Guanajuato, porque es una empresa que en cada uno de los escenarios y con las tres variables no controladas reveló un comportamiento eficiente. Los coeficientes y los signos que se presentaron dentro de esta unidad fueron definitivos pues aún cuando mostró que la ineficiencia aumentaba o disminuía según las condiciones establecidas para cada escenario analizado, el coeficiente reveló que la influencia del tipo de cambio, el precio del gas natural y el precio de mercado por tipo de empaque no impacta en la composición del costo.

Lo anterior se destaca principalmente por el nivel de tecnología que maneja, ya que en varios escenarios analizados esta empresa demostró tener una composición de costo estable y poco afectada por las condiciones externas.

## **VI.- Conclusiones y recomendaciones**

Con la aplicación del modelo de frontera estocástica se evidenció la influencia que tienen las variables externas en la estructura de costo de las unidades productoras analizadas, mostrando diferentes escenarios.

Las unidades productoras que se analizaron demostraron que, en algunas ocasiones, las externalidades son la causa de la posible ineficiencia que se pueda presentar en ellas, pero al contrario de lo que se establece en la teoría, hay algunas unidades que demuestran que la ineficiencia con la que cuentan se ve disminuida por la influencia de las variables no controladas.

Cuauhtémoc y Sonora demostraron ser unidades vulnerables a las condiciones externas y con componentes de costo que no cuentan con la suficiente fuerza para resistir el impacto que estas variables no controladas ejercen sobre ellas.

En contraste las unidades de Monterrey y Parral cuentan con una composición de costo capaz de absorber los efectos que las variables externas tienen sobre ellas, esto tiene una explicación en el nivel de tecnología con el que cuentan, y el rendimiento que tienen.

Saltillo, aún cuando tiene tecnología alta, merece mención aparte pues las variables no controladas tienen impacto en la composición de costo que la empresa maneja, revelando que esta unidad tiene vulnerabilidad ante las condiciones externas.

Por último las unidades de Guanajuato y Sinaloa cuentan con las estructuras de costo mejor estructuradas, las condiciones externas no representan riesgo cuando se mide la ineficiencia.

Lo anterior es avalado por los coeficientes de la distribución del error estocástico, que en pocas ocasiones superó el 1% tanto en incremento como en decremento de la ineficiencia, esto es un indicador de la fuerza con la que cuentan estas empresas, en especial la unidad de Guanajuato que es la que mantiene un comportamiento más estable de las siete unidades analizadas en esta investigación.

Sinaloa está respaldada por la importancia que tiene dentro del ámbito nacional la producción y el valor de producción que genera por la producción de tomate, estos son indicadores que colaboran para que su estructura de costo sea una de las más fuertes dentro de las unidades analizadas; con todo esto las unidades deben establecer estrategias que las lleven a un mejor funcionamiento.

### **VI.1 Estrategia**

Según menciona Porter una de las estrategias más importantes es el liderazgo en costos, esta fue una estrategia que tiene un concepto arraigado de la curva de experiencia. Mantener el costo más bajo frente a los competidores y lograr un volumen alto de ventas es el tema central de la estrategia. Por lo tanto la calidad, el servicio, la reducción de costos mediante una mayor experiencia, la construcción eficiente de economías de escala, el rígido control de costos y muy particularmente de los costos variables, son materia de investigación constante.



Si la empresa tiene una posición de costos bajos, se espera que se conduzca a obtener utilidades arriba del promedio de la industria y se proteja de la competencia, los competidores menos eficientes serán los primeros en sufrir las presiones que genera la competencia.

Lograr una posición de costo total bajo, requiere de una alta participación relativa de mercado u otro tipo de ventaja, como podría ser el acceso a las materias primas. Podría exigir un diseño del producto que facilite su fabricación, mantener una amplia línea de productos relacionados para distribuir entre ellos el costo, así como servir a los segmentos más grandes de clientes para asegurar volumen de ventas.

La elaboración de la frontera estocástica encuentra su justificación más fuerte en el argumento de que el competidor menos eficiente es quien recibe los mayores efectos de la competencia. En este sentido la ubicación de las empresas analizadas con respecto a su propia línea de eficiencia resulta esencial para el diseño de las estrategias de cada empresa.

La hipótesis de esta investigación permite hacer un comparativo entre las unidades productoras mediante un estándar al que todas ellas están sujetas, el precio de mercado juega un papel primordial en el comportamiento de las utilidades de la empresa.

Cada tipo de empaque representa un precio de mercado distinto lo cual se analizó de manera individual para cada unidad productora dando como resultado un tipo de empaque eficiente para cada una de lo que se derivaron las conclusiones antes

expuestas y que tuvo como resultado la propuesta de distintas estrategias presentadas a continuación.

La primer propuesta de estrategia es que cada unidad productora adoptara el empaque para el cual su estructura de costos es adecuada, cada una de las unidades analizadas en esta investigación dieron como resultado que cierto tipo de empaque hace eficiente el funcionamiento de acuerdo a la estructura de costos, por lo cual resultaría conveniente utilizar ese tipo de empaque.

Para que las unidades productoras produzcan en un tipo de empaque tienen que conocer las características del mercado de éste. Una de estas características es el tiempo que tiene que permanecer en el mercado, durante el análisis de cada una de las unidades se concluyó que el mejor empaque para todas era el de 25 libras.

Este tipo de empaque cuenta con la característica de que permanece en todo el año en el mercado, es decir las 52 semanas, no solo por ciclo como producen las unidades analizadas de lo cual se deriva la primer estrategia basada en el liderazgo de costo expuesto anteriormente.

La estrategia sugerida es la organización de productores que permita abastecer las 52 semanas del año al mercado meta, es decir, a Estados Unidos. La organización a la que puedan llegar los productores de las empresas analizadas y las decisiones sobre el tipo de empaque al que se produzca pueden ser aspectos definitivos en la mejora de los niveles de eficiencia de las unidades productoras.

El empaque de 10 libras representa de igual manera una buena opción para todas las empresas, aún cuando no es tan eficiente para todas las empresas sus niveles de ineficiencia son muy pequeños en todos los escenarios anteriormente presentados lo que significa que se adecua a las estructuras de costos de las empresas que se analizaron y que incluso colabora con la disminución de la ineficiencia en algunas de las unidades.

La gran ventaja de este tipo de empaque para la unidad mexicana radica en que su presencia en el mercado se da durante los meses de Febrero a Mayo, Noviembre y Diciembre, meses en los cuales el productor puede satisfacer esa demanda.

La estrategia que se sugiere para este tipo de empaque es para las unidades productoras ubicadas en Guanajuato, Sonora y Saltillo, pues los resultados arrojados por la frontera estocástica respaldan que la producción de tomate debe llevarse a cabo en este tipo de empaque pues disminuye la ineficiencia de las empresas.

## VII. - Bibliografía

Aigner Dennis J et al, (1976) Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. The rand paper Series, Santa Monica California.

Aigner, D.J. y S.F. Chu (1968) On estimating the industry production function. American Economic Review, Vol 58 pp 826-839.

Benach Andrea Lidia, (2005) Estudio para la definición de la Estructura de Costos de Producción Agrícola de Arroz en Costa Rica. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, Universidad de Costa Rica, setiembre.

Bracamonte A. (2008) Competitividad en la agricultura de Sonora: Análisis de la competitividad sistemática a nivel micro en cinco cultivos. Segunda sesión del seminario general de Investigación. Colegio de Sonora

Debreu,G.(1951) The Coefficient of Resource Utilization.Econometrica,19;14-22.

Farrell, M.J. (1957) "The Measurement of Productive Efficiency." Journal of the Royal Statistical Society 120(3):253-290.

Hung-Jen W., Ching-Chiang Ch. and Po- Chi Ch., (2008) The Cost Effects of Government Subsidised credit: evidence from farmers credit unions in Taiwan. Journal of Agricultural Economics, Vol 59, No. 1, 2008, 132- 149.

Ian J. Bateman, et al. (2006) Analyzing the Agricultural Costs and Nonmarket Benefits of Implementing the water Framework Directive. Journal of Agricultural Economics, Vol. 57, No. 2, 2006, 221-237.

Kido-Cruz M., Kido A. (2007) Análisis comparativo de costos para el manejo y uso de suelo en la cuenca alta del río Cacaluta en Oaxaca, México. Agrociencia 41: 355-352

Koopmans, T.C. (1951) "An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities" en T.C. Koopmans, ed., "Activity Analysis of Production and Allocation", Cowles Commission for Research in Economics, Monograph number 13. New York: Wiley

Kvaloy O., Tveteras R. (2008) Cost structure and vertical integration between farming and processing. *Journal of Agricultural Economics*, Vol 59, No. 2, 2008, 296-311

Porter M., (1987) *Ventaja competitiva : creación y sostenimiento de un desempeño superior* / Michael Porter; tr. Ma. Ascencion de la Campa Pérez Sevilla.-- México: Editorial CECSA.

Porter M., (1982) *Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia* / Michael E. Porter; tr. por Alfonso Vasseur Walls; rev. Miguel León Garza.-- México: Editorial CECSA.

Reyes H. M. (1995) *Investigación agrícola, costo de la semilla mejorada y tasa de interés como instrumentos para el logro de la autosuficiencia alimentaria: el caso del maíz en Guatemala, 1975-90*. Publicación Miscelánea 30. Guatemala ICTA.

Rucoba García A. et al, (2006) *Análisis de la rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernadero en la región centro sur de Chihuahua*. *Revista Mexicana de Agronegocios* enero-junio número 019 Universidad Autónoma de la Laguna Torreón México.

Sánchez López E, et al , (2004) *Análisis del costo de producción del algodón 2001 en Mexicali Baja California, como un elemento de diseño de política de apoyo al subsector*. *Revista Mexicana de Agronegocios* enero-junio número 014 Universidad Autónoma de la Laguna Torreón México pp. 198-210.

SIAP, (2009). <http://www.siap.gob.mx/> on line 30 noviembre. 2009

Torres Lima P. Et al, (2004) Evaluación de la rentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura. Región y sociedad, enero- abril año/ vol. XVI, número 029 Colegio de Sonora, Sonora México, pp. 109-144.

USDA (2009) <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome> en línea 30 Noviembre 2009

Villarreal González A. (2006) Esquema de financiamiento para el sector agrícola tecnificado y de alto valor agregado. Ensayos- Volumen XXV, num. 2, noviembre , pp. 43-56.

## VIII.- Anexos.

**Tabla 1 Valor de Importación de tomate de diferentes países a Estados Unidos**

Países	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>México</b>	552,241	760,938	749,963	781,174	918,761	960,047
<b>Canadá</b>	172,587	231,350	257,191	271,939	284,316	238,148
<b>Chile</b>	402	57	304	148	0	0
<b>Holanda</b>	45,620	33,908	27,638	16,065	17,907	15,027
<b>Otros</b>	24,392	19,374	18,489	5,510	12,623	7,277
<b>Mundo</b>	795,242	1,047,630	1,053,587	1,074,836	1,233,607	1,220,499

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USDA, en línea noviembre 2009

**Tabla 2 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", México 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor Producción (Miles de Pesos)
<b>Baja California</b>	3,722.70	3,635.20	206,257.11	82.88	1090450.23
<b>Baja California Sur</b>	2,569.00	2,374.00	112,027.87	42.68	936522.61
<b>Jalisco</b>	2,449.50	2,360.50	122,420.73	51.86	571889.92
<b>México</b>	1,203.65	1,203.65	59,789.21	49.67	473435.02
<b>Michoacán</b>	5,351.75	5,341.75	175,702.64	27.73	564045.28
<b>Morelos</b>	2,370.89	2,368.89	72,620.05	30.66	563565.45
<b>San Luis Potosí</b>	3,129.50	3,111.50	139,653.00	44.88	834142.60
<b>Tamaulipas</b>	2,138.00	2,075.00	63,269.00	30.49	480967.50
<b>Sinaloa</b>	15,783.98	15,753.98	782,909.50	49.70	4099622.15
<b>Sonora</b>	1,210.00	1,210.00	43,994.19	36.36	290771.12
<b>Veracruz</b>	3,245.50	3,181.50	76,759.50	24.13	457513.20
<b>Zacatecas</b>	2,253.50	1,933.95	76,199.00	39.40	364608.65

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre. 2009

**Tabla 3 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Coahuila 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Arteaga	5	5	122.5	24.5	6,000.00	735
Cuatro Ciénagas	4.5	4.5	27	6	4,500.00	121.5
General Cepeda	5	5	108.75	21.75	6,500.00	706.88
Parras de la Fuente	10	10	231	23.1	4,500.00	1,039.50
Ramos Arizpe	100	100	2,502.00	25.02	5,498.68	13,757.70
Saltillo	9	9	229.05	25.45	6,000.00	1,374.30
Total	133.5	133.5	3220.3	247,181.12	32,998.68	17,734.88

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009

**Tabla 4 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Chihuahua 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Nuevo Casas Grandes	99.25	37.25	1,295.00	34.76	16,179.68	20,952.69
Chihuahua	10	10	200	20	6,000.00	1,200.00
Cuauhtémoc	3	3	300	100	9,500.00	2,850.00
Delicias	193.14	155.14	4,142.65	26.7	4,218.59	17,476.16
Del Carmen	102	102	2,040.00	20	3,019.61	6,160.00
Río Florido	193	190	8,550.00	45	8,000.00	68,400.00
Total	640.39	497.39	16,527.65	33.23	7,081.40	117,038.84

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009

**Tabla 5 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Guanajuato 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Celaya	83	83	1,368.00	16.48	3,000.00	4,104.00
Cortázar	104.33	104.33	1,623.26	15.56	3,868.62	6,279.78
León	213	189	3,870.00	20.48	3,383.15	13,092.80
San Luis de la Paz	150	150	3,225.00	21.5	5,000.00	16,125.00
Total	550.33	526.33	10,086.26	19.16	3,926.29	39,601.58

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009



**Tabla 6 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Nuevo León 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Apodaca	0.5	0.5	7	14	3,800.00	26.6
Galeana	30.53	30.53	5,915.00	193.74	6,000.00	35,490.00
Montemorelos	370	370	9,230.00	24.95	5,355.36	49,430.00
Total	401.03	401.03	15,152.00	37.78	5,606.30	84,946.60

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009

**Tabla 7 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Sinaloa 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Culiacán	5,637.00	5,637.00	306,808.00	54.43	3,220.60	988,106.90
<b>Guamúchil</b>	734	734	89,455.00	121.87	5,731.63	512,723.25
Guasave	3,398.00	3,398.00	119,534.00	35.18	10,926.30	1,306,064.00
La Cruz	1,624.00	1,624.00	126,549.50	77.92	6,958.89	880,644.50
Los Mochis	3,369.00	3,339.00	95,876.00	28.71	3,022.53	289,788.00
Mazatlán	1,021.98	1,021.98	44,687.00	43.73	2,736.71	122,295.50
Total	15,783.98	15,753.98	782,909.50	49.7	5,236.39	4,099,622.15

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009

**Tabla 8 Estadísticas de jitomate o "tomate rojo", Sonora 2008**

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Caborca	7	7	105.19	15.03	2,623.97	276.02
Cajeme	356	356	9,738.00	27.35	8,200.00	79,851.60
Guaymas	430	430	13,261.00	30.84	3,173.03	42,077.50
Hermosillo	35	35	700	20	6,014.29	4,210.00
Magdalena	41	41	10,732.00	261.76	9,984.90	107,158.00
Navojoa	336	336	9,408.00	28	6,000.00	56,448.00
Sahuaripa	5	5	50	10	15,000.00	750
Total	1,210.00	1,210.00	43,994.19	36.36	6,609.31	290,771.12

Fuente: SIAP, 2009. <http://www.siap.gob.mx/> en línea: 30 noviembre 2009