

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Modelo de Análisis de la Cadena de Suministro del Chile Habanero Yucateco

Tesis que para obtener el Grado de Doctor en
Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Presenta

Jessica Alejandra Canto Maldonado

Puebla, México.

2012



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

Esta tesis está dedicada a:

Mis padres Mauro y María Teresa, que han sido los pilares que me fortalecen e impulsan para superarme día a día, sus enseñanzas han estado presentes en cada momento de mi vida.

Mi esposo Sergio, mis hijos Alejandro y Kenya por su cariño, paciencia y apoyo para que mis sueños se realicen, ustedes son mi principio y fin.

Y a todas aquellas personas especialmente a mis profesores, que e mucho han contribuido para llegar a este día, de cada una he aprendido algo y lo llevo en lo profundo de mi ser.

Jessica Alejandra Canto Maldonado

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica Metropolitana, a la Universidad Autónoma de Yucatán y a la Asociación de Productores de Chile Habanero por todo el apoyo y facilidades que me brindaron para concluir mis estudios de posgrado y llevar a cabo la investigación.

A mis asesores: Doctores José Luis Martínez Flores y Claudia Malcom Cervera, por su profesionalismo y dedicación para que este trabajo recepcional se cristalizara. ¡Gracias por su paciencia e invaluable apoyo!

A mi Directora de Tesis Dra. Ana María Medina Lara por su infinita paciencia, conocimientos y apoyo brindados en la realización del presente trabajo, agradezco profundamente a Dios su presencia, guía y amistad.

A mis compañeros de clase, por todas sus enseñanzas y experiencias compartidas.

A todos los que participaron en el proceso de investigación por su disposición y las facilidades brindadas.

A PROMEP por confiar en mí y financiar mis estudios doctorales

Y s Dios que en su infinita bondad se ha servido de su servidora para dar testimonio de lo que pasa en la agroindustria Yucateca y por permitirme a pesar de los tropiezos terminar este trabajo

A todos que Dios los bendiga...

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO 1.....	1
PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Propósito de la investigación.....	3
1.3 Objetivo general	4
1.4 Objetivos específicos.	4
1.5 Justificación de la investigación	4
1.6 Viabilidad.....	5
1.7 Alcances y limitaciones	5
CAPÍTULO 2.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Simulación y dinámica de sistemas	6
2.1.1 Modelado de cadenas productivas con dinámica de sistemas Definición...	6
2.2 La agroindustria	14
2.2.1 Elementos de una cadena productiva agroindustrial.....	15
2.3 Chile Habanero	16
2.3.1 Generalidades	16
2.3.2 El chile habanero en Yucatán	17
2.3.3 Tipología y organización de productores.....	19
2.3.4 Manejo postcosecha	19

2.3.5 Fortalezas y debilidades ya identificadas	20
2.3.6. Datos Estadísticos	22
2.3.6.1 Superficie y Producción	22
2.3.6.2 Comercialización	24
CAPÍTULO 3.....	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1 Alcances y enfoque de la investigación	25
3.2 Preguntas de investigación	26
3.3 Diseño de la investigación.....	28
3.4 Recolección de datos.....	28
CAPÍTULO 4.....	30
RESULTADOS	30
4.1 Modelo propuesto para la cadena de suministro del chile habanero yucateco	30
4.2 Caracterización de la cadena.....	45
4.3 Caracterización de los eslabones	46
4.3.1 Proveedores e Insumos	46
4.3.2 Proveedores de Asistencia Técnica	47
4.3.3 Productores.....	48
a)Tamaño de la propiedad.....	48
b)Tecnología.....	48
c)Tenencia de la tierra	49
4.4 Diagnóstico del sistema producto chile	51
4.4.1 Producción.....	51
4.4.2 Contexto Internacional de chile	51
4.4.3 Caracterización de la Oferta	53
Generalidades del Consumo	54
Consumo intermedio:	55

a) Intermediarios locales	55
b) Transportistas.....	55
c) Industria Intermedia.....	56
d) Industria Salsera	57
e) Restaurantes, Hoteles y Tiendas de Autoservicios	57
f) Información de contratos entre los eslabones de la cadena.....	57
g) Producción que se va a proceso de transformación.....	57
Consumo final.....	58
a) Consumidor final nacional	58
b) Consumidor final externo	58
4.5 Modelo de la Cadena de Chile Habanero Yucateco	60
4.5.1 Variables del sistema de simulación.....	60
4.5.2 Modelo de redes de la cadena de chile habanero yucateco.....	63
4.6 Simulación y Análisis de Escenarios.....	74
4.6.1 Aumento y disminución de las hectáreas cosechadas	76
4.6.2 Aumento y disminución del rendimiento por hectárea.....	80
4.6.3 Aumento y disminución del desperdicio	82
4.6.4 Aumento en el porcentaje de compra del mayorista	86
4.6.5 Variaciones en el porcentaje de destino del chile habanero en a la transformación en puré o pasta, salsa y chile seco o deshidratado	89
CAPÍTULO 5.....	95
CONCLUSIONES	95
5.1 Conclusiones relativas a los objetivos específicos y al general	95
5.2 Recomendaciones para trabajos futuros.....	97
REFERENCIAS	100

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	Superficie, producción y valor de la producción por municipio del Estado de Yucatán	22
TABLA 2	Comparación de las metodologías para la simulación de cadenas de suministro o productivas	31
TABLA 3	Variables que caracterizan a un actor en una cadena	35
TABLA 4	Variables de entrada al sistema para la simulación de la cadena de suministro del chile habanero yucateco	57
TABLA 5	Variables de proceso y salida al sistema para la simulación de la cadena de suministro del chile habanero yucateco	59
TABLA 6	Variables modelo de simulación Productor	60
TABLA 7	Variables modelo de simulación Asociación	61
TABLA 8	Variables modelo de simulación Mayorista	62
TABLA 9	Variables modelo de simulación minorista	63
TABLA 10	Variables modelo de simulación Procesador Industrial	63
TABLA 11	Precio Ponderado consumidor (Cadena Chile Habanero)	69
TABLA 12	Márgenes Brutos de comercialización por actores de la cadena de chile habanero	70
TABLA 13	Valores parámetro para la simulación para el escenario de aumento y disminución de hectáreas cosechadas	71
TABLA 14	Incrementos y disminuciones de las hectáreas cosechadas para la cadena de chile habanero	72
TABLA 15	Resumen de la variación de hectáreas cosechadas en la cadena de chile habanero	72
TABLA 16	Elasticidades de las variables dependientes con respecto a hectáreas cosechadas	73
TABLA 17	Parámetros para la Simulación del aumento y disminución del rendimiento por hectárea	74
TABLA 18	Incrementos y disminuciones de los rendimientos (Ton/ha) de	75

	la cadena de chile habanero	
TABLA 19	Resumen de la variación de los rendimientos (Ton/ha) en la cadena de chile habanero	75
TABLA 20	Elasticidades de las variables dependientes con respecto a los rendimientos (Ton/ha) en la cadena de chile habanero	76
TABLA 21	Parámetros para la Simulación incrementos y disminuciones del desperdicio del productor en la cadena de chile habanero	77
TABLA 22	Incrementos y disminuciones del desperdicio del productor en la cadena de chile habanero	78
TABLA 23	Resumen de la variación del desperdicio del productor	78
TABLA 24	Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de desperdicio del productor	79
TABLA 25	Elasticidades vs. Escenarios simulados productor en la cadena de chile habanero	80
TABLA 26	Parámetros para la Simulación incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena de chile habanero	81
TABLA 27	Incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena de chile habanero	81
TABLA 28	Resumen de los incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena de chile habanero	82
TABLA 29	Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de compra del mayorista en la cadena de chile habanero	82
TABLA 30	Parámetros para la Simulación incrementos de los porcentajes de puré o pasta de chile habanero	83
TABLA 31	Incrementos de destino de chile habanero en fresco para la obtención de puré o pasta de chile habanero	83
TABLA 32	Resumen de los incrementos de los porcentajes de chile habanero fresco para la obtención de pasta o puré	84
Tabla 33	Elasticidades de las variables dependientes con respecto al	85

incremento de porcentajes de chile habanero en la obtención de pasta o pure

Tabla 34	Incremento de los porcentajes de destinación de chile habanero en fresco para la obtención del chile seco	86
Tabla 35	Resumen de incremento de los porcentajes de destinación de chile habanero en fresco para la obtención del chile seco	86
Tabla 36	Elasticidades de las variables dependientes con respecto al incremento de porcentajes de chile habanero en la obtención de chile seco	87
Tabla 37	Elasticidades vs. Escenarios simulados agroindustria en la cadena de chile habanero	87

LISTA DE FIGURAS

4.1	Elementos para la creación y validación de la cadena de suministro de chile habanero yucateco	30
4.2.1	Cadena de suministro del Chile Habanero yucateco	43
4.4.3.2	Comercialización del chile habanero hasta 2006	50
4.4.3.2	Comercialización del chile habanero por destino de 2009 a 2011	50
4.5.1	Modelo de Red del actor Productor	65
4.5.2	Modelo de Red del actor Asociación	66
4.5.3	Modelo de Red del actor Mayorista	66
4.5.4	Modelo de Red del actor Minorista	67
4.5.5	Modelo de Red del actor Procesador Industrial	67
4.5.6	Modelo de Red detallada para la cadena de chile habanero yucateco	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende proponer un modelo para el análisis de la cadena de suministro de un producto agroindustrial de importancia regional, con la finalidad de establecer un modelo de análisis enfocado en la toma de decisiones para el mejoramiento de la competitividad de un producto agroindustrial que permita generar valor agregado en cada elemento de su cadena de suministro, para ello se utilizó al Chile Habanero Yucateco que es un producto agroindustrial de la zona sureste del país específicamente de la Península de Yucatán, de gran demanda a nivel nacional e internacional. La metodología utilizada fue dinámica de sistemas bajo un enfoque mixto; y los actores de la cadena fueron productores, distribuidores, intermediarios y centros de acopio, así como clientes del producto ubicados en Yucatán. Entre los resultados más importantes que se obtuvieron destacan: 1) La propuesta de creación de la metodología basada en dinámica de sistemas para el modelamiento de cadenas de suministro del chile habanero yucateco (*Capsicum chinense*); 2) la identificación de las variables a controlar por actor de la cadena y 3) la propia caracterización y modelamiento de la cadena de suministro del chile habanero yucateco.

ABSTRACT

The present project tries to get a model for the analysis of the supply chain of the agro industrial product of regional importance, Also, it establish parameters focussed to take it of decisions for the improvement of the agro industrial competence of a region that permit generate value added in each element of the chain of supply, for it will use to the from Havana chili Yucateco that it is an agro industrial product of great claim to national and international level and that it is a regional product of the southeast area of the country specifically of the Yucatán peninsula.

The methodology used was a mixed quantitative focuses with system dynamics. As actors of supply chain were distributors, traders and centers of gathering of the located product in Yucatán. The most important results were: 1) the proposal of a methodology based on system dynamics modeling of the supply chains of the habanero chile yucatecan (*Capsicum chinense*); 2) the identification of the variables to control by actor of the chain; and 3) the own characterization and modeling of the supply chain.

INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es originario de Suramérica, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano, especialmente en Yucatán, que es el principal productor en México, y ha formado parte de la reconocida gastronomía del estado.

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor (registra de 200 mil a 500 mil unidades Scoville) posee un alto contenido de *capsaicina*, y es por estas dos características que es muy apreciado en el mundo, lo cual se demuestra con su creciente demanda en países como Estados Unidos, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Los únicos países exportadores de este producto son Belice y México.

Un cultivo con amplia aportación agroindustrial, podría hacer competitiva una región, si las políticas públicas agroindustriales y agropecuarias estuvieran disponibles y actualizadas; por otro lado, tampoco identifican y menos trata de integrar la visión del producto como una cadena de suministro, lo que permite identificar actividades que puedan generar valor agregado al producto. Ese es el caso del chile habanero yucateco, por lo que este trabajo se centró en identificar, modelar y simular los elementos y actores de esta cadena.

El analizar una cadena productiva, permite fundamentalmente, obtener información de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para que la toma de decisiones, permita ubicar al producto y determinar los factores que pueden hacer a ésta competitiva en un entorno globalizado.

En el caso de un producto agroindustrial de alto impacto regional, es necesario realizar este tipo de análisis, con la finalidad de identificar las variables a controlar en la cadena de suministro dado que existen potenciales valores agregados, que pudieran fortalecer la competitividad del producto y que pudieran encaminar los esfuerzos hacia la posible formación de un clúster agroindustrial.

La Península de Yucatán, específicamente el Estado de Yucatán, ha dejado atrás la severa dependencia que tuvo su economía en la producción de fibra de henequén, y actualmente dispone de una economía mucho más diversificada.

El esfuerzo inicial de la industrialización por medio de las maquiladoras no tuvo el éxito esperado, debido principalmente a la competitividad internacional por mano de obra barata y a la falta de competitividad de la región en ese rubro con relación a otros países y regiones de México. Sin embargo, en la actualidad el estado de Yucatán ha demostrado una prosperidad relativa mayor en el sureste mexicano. La economía estatal ésta basada en las actividades turística, agropecuaria, pesquera y comercial. Sin embargo, la entidad ha tenido tradicionalmente una actividad importante en materia agrícola y ganadera.

Entre los cultivos que más se han desarrollado exitosamente, que complementan la dieta tradicional del yucateco común y dan margen para la exportación de su producción, están los productos derivados de la citricultura (naranjas, limones, toronjas) y la horticultura (chile, tomates, pepino y jícama), las cuales se practican de manera intensa en casi todo el territorio estatal.

En el caso específico del chile habanero, éste es conocido por su sabor picante, pero también puede emplearse para elaborar cosméticos, pomadas, gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego o eléctricos para protección contra roedores y, por su alta capacidad anticorrosiva, como componente en pintura para barcos.

CAPÍTULO 1

PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

México es el país con la mayor diversidad genética del Chile (Capsicum), pero curiosamente no es el productor más importante. Las estadísticas lo ubican en el tercer lugar de producción después de China y Turquía (FAO, 2004). La baja producción se debe a que en casi todas las regiones del país se incorpora poca tecnología en el cultivo, semilla y control de plagas.

La reconocida tradición yucateca en el cultivo y consumo del chile habanero ha permitido que este producto se ofrezca en otros mercados tanto nacionales como extranjeros. Esto ha generado un gran interés y demanda por este chile en otras regiones. Ante esta oportunidad los productores, comercializadores e industrializadores han iniciado a enfrentar situaciones y problemas no previstos, tanto en el terreno de la producción (manejo fitosanitario), su comercialización (compactación de volúmenes) y obtención de nuevos productos industrializados (pastas y extractos) (APROCEDE, 2005), de aquí la necesidad de revisar la literatura disponible para generar un análisis de los actores de la cadena del chile habanero e identificar que le permitan encontrar áreas de oportunidad, pero sobre todo permita que el estado de Yucatán sea más competitivo con la tecnificación del cultivo y en su industrialización, ya que no solo como fruto sino por las sustancias intrínsecas, debido a que éste es materia prima de productos de alto valor como lo son: los anestésicos, el gas pimienta, el recubrimiento de barcos y hasta de productos cosméticos.

La producción y la comercialización del chile habanero día a día van teniendo mayor importancia en el Estado de Yucatán por tres razones:

- Es un producto agrícola que la mayoría de los campesinos y productores del Estado conocen y saben cultivar aunque no tienen la tecnología adecuada para su potenciamiento.
- Es un producto que puede obtenerse en calidad y cantidad en cualquier época del año y que se puede multiplicar con un apoyo mínimo de financiamiento y promoción por parte de los organismos promotores del desarrollo rural del Estado o por empresas que lo comercializan.
- Existe un constante aumento en la demanda del chile habanero que no ha sido atendida en el mercado nacional o internacional, tanto fresco como procesado (BANCOMEXT, 2009).

La superficie cultivada según estadísticas de la secretaría de agricultura y desarrollo rural es alrededor de 300 hectáreas anualmente y se obtiene una producción promedio de 3,600 toneladas del producto cuyo consumo es principalmente en el Estado, y el resto se envían a diversas partes de la República Mexicana y al extranjero (SAGARPA, 2007).

Sin embargo, se ha observado que existe mucho desequilibrio en la cadena de suministro, mismo que está generando problemas de abastecimiento del producto a nivel nacional e internacional, además de que existe una enorme inequidad observable pero no cuantificable en cuanto a la generación económica del producto entre los diferentes actores o eslabones de dicha cadena, motivo por el cual se realiza este trabajo.

Además a la fecha no hay un mecanismo que permita entender a los diferentes actores o eslabones que forman parte de la cadena de suministro del chile habanero yucateco, lo que hace que se tomen decisiones gubernamentales y en la agroindustria privada basadas en creencias y/o

puntos de vista particulares, lo que no permite ver claramente el impacto macro del encadenamiento, ni mucho menos la optimización de la misma, para generar un mejor valor agregado al producto y un mejor costo beneficio a cada elemento de la misma.

1.2 Propósito de la investigación

El propósito de esta investigación fue identificar e integrar un análisis de la cadena de suministro del chile habanero yucateco mediante la realización de un modelo usando conceptos de dinámica de sistemas que permita identificar a los participantes en esta cadena y simular diferentes escenarios, que permitieran identificar oportunidades de optimización dentro de la misma.

1.3 Objetivo general

El objetivo fue generar una metodología y un modelo de simulación basado en la dinámica de sistemas que permitiera caracterizar, y analizar diferentes escenarios para la toma de decisiones en la cadena productiva del chile en estudio.

Con la finalidad de validar el modelo propuesto se uso el método de casos para simular el chile habanero en el estado de Yucatán.

1.4 Objetivos específicos.

Los objetivos específicos fueron:

- a) Caracterizar los actores de la cadena de suministro en estudio
- b) Generar un modelo de la cadena basado en dinámica de sistemas
- c) Simular diferentes escenarios del caso en estudio
- d) Validar el modelo propuesto para la cadena de suministro

1.5 Justificación de la investigación

Este estudio, pretendió contribuir a la concientización e importancia de la producción agropecuaria del chile habanero y orientación de su competitividad; enfocar el valor agregado de cada eslabón, que permita generar productos de calidad a precio competitivo y que sobre todo permita proponer el alineamiento de las políticas públicas a la realidad de la cadena de suministro de este importante producto agrícola, mismo que pudiera ser un potencial para el desarrollo de un *cluster* agroindustrial a nivel peninsular.

1.6 Viabilidad

El estudio fue viable debido a que la realización del mismo se llevo a cabo en el estado de Yucatán productora por tradición del chile habanero y que fue utilizada la información local para validar el modelo propuesto.

También se uso el paquete computacional de simulación VENSIM® para validar el modelo; se tuvo acceso a diferentes fuentes primarias y secundarias para la fundamentación del presente trabajo; por lo que éste podría generar oportunidades a futuro de continuar desarrollando trabajos de investigación en colaboración con organismos estatales o asociaciones no gubernamentales como la Asociación de Productores de Chile Habanero de Yucatán.

1.7 Alcances y limitaciones

Este estudio intentó identificar, modelar y simular la cadena productiva agroindustrial del chile habanero yucateco (*Capsicum chinense*) bajo la teoría de la dinámica de sistemas.

Sin embargo no pretendió: establecer políticas públicas, costear, mejorar la productividad y optimizar los eslabones de la cadena del chile habanero en el Estado de Yucatán.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

2.1 Simulación y dinámica de sistemas

2.1.1 Modelado de cadenas productivas con dinámica de sistemas

Definición

La simulación es un camino efectivo para comprender como funciona un sistema complejo, donde participan diferentes actores caracterizados por variables interrelacionadas. Las investigaciones recientes han demostrado que la simulación es una forma efectiva para estudiar los comportamientos dados en una cadena de suministro (LIU, et al., 2004).

Una de las metodologías de simulación, que permite analizar sistemas complejos con bajos requisitos matemáticos y de programación, es la Dinámica de Sistemas, creada por Jay Forrester entre los años 50 y 60 en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Forrester, 1995). La dinámica de sistemas se aplica para el análisis de fenómenos en diversas áreas como la biología, medicina, la industria manufacturera, tecnologías de información, la logística y consultoría (Wyatt, 2005, pp. 2), flexibilidad aprovechada por su fácil comprensión y capacidad para modelar cualquier tipo de sistemas.

En el enfoque sistémico es posible visualizar los términos “encadenamiento productivo” y/o “alianza productiva” como un diagrama donde se encuentran ilustrados los actores o agentes del sistema y sus relaciones o contratos en el tiempo. Estas condiciones que determinan la competitividad de las organizaciones y el bienestar de las personas, se pueden circunscribir a una región específica

Sin embargo, en los estudios locales es aún incipiente el uso de técnicas que requieren un esfuerzo sostenido, para documentar bases de datos confiables sobre georeferenciación de activos naturales y especies vegetales o animales; productividad agrícola y rendimientos postcosecha, comportamiento de flujos de comercio y factores logísticos relacionados como costos, tiempos de transito, márgenes de intermediación o tarifas.

Estas bases de datos (aun estando incompletas o con rangos elevados de tolerancia o error) pueden alimentar una simulación, que caracterice las relaciones entre actores y variables del sistema, para lograr en el presente tomar decisiones sobre políticas públicas, decisiones de inversión o revisar efectos de mercado, restricciones en la capacidad, pero también, permiten proyectar hacia el futuro la intervención de nuevos agentes (productores, comercializadores, transportistas etc.) o desviaciones por cambios de precios o volúmenes, que permitan realmente mejorar las condiciones de los seres humanos relacionados con esta actividad.

Luego, gracias a la dinámica de sistemas, se podrá mejorar la comprensión del sistema de producción y abastecimiento de una empresa o red de empresas, analizando las consecuencias de las decisiones o alternativas propuestas antes de que puedan ser llevadas a la práctica (Parra, et al. 2006, pp. 168) y suele ser usada para el control de procesos, soporte de decisiones y planeación proactiva (Banks, et al. 2002).

La dinámica de sistemas tiene su base en el registro de los cambios de las variables a través del tiempo (Martin, 2000, pp. 7), condición pertinente para la simulación de la dinámica dada en empresas industriales. La aplicación de la dinámica de sistemas para modelar la cadena de suministro tiene sus raíces en la dinámica industrial (Forrester, 1958).

Las investigaciones en dinámica de sistemas relacionadas con cadenas de suministro, se dividen en tres grupos (Angerhofer, et al. 2000, pp. 344):

- Investigaciones concernientes con la contribución teórica y construcción de modelos.
- Investigaciones que emplean modelos de dinámicas de sistemas para resolver problemas.
- Investigaciones que trabajan en implementar las aproximaciones del modelo.

Los primeros avances dados en la simulación de cadenas de suministro, tiene su origen en los trabajos iniciales llevados a cabo por Forrester (1961), donde se dieron los principios del modelo de una cadena de suministro simplificada, con la introducción por parte de Sterman (1989) de la representación del conocido juego de la cerveza simulado en un software, para el diseño de redes dinámicas (Sterman empleó el software I Think, desarrollado en la MIT) donde se consideran variables como: demanda, inventario, órdenes de pedidos, tiempos de entrega, retrasos en el sistema (delay), despachos y unidades pendientes (backlogs).

A continuación se describe una síntesis de la revisión bibliográfica realizada con el propósito de establecer la forma en que la dinámica de sistemas es usada para el modelado de cadenas productivas, cadenas de valor y cadenas de suministro.

Se consultaron las siguientes fuentes bibliográficas: System Dynamic Review; Information Systems and E-Business Management; BT Technology Journal; International Journal of Productivity and Performance Management, e Interfaces y Journal of the Operational Research Society; entre otras.

Forrester (1999) describe en forma de relato la manera en que surge la dinámica de sistemas. En la mayoría de los artículos consultados hay referencias al trabajo pionero de Forrester (1961, Industrial Dynamics) y quienes lo citan coinciden en afirmar que el primer tratamiento simulado a las cadenas de suministro se encuentran allí; es por eso que varios autores lo consideran como un pionero en la explicación del comportamiento de las cadenas de suministro.

Angerhofer y Angelides (2000) ofrecen una visión general de los últimos trabajos de investigación sobre el uso de la dinámica de sistemas en la gestión de cadenas de suministro, seguido de un debate sobre los temas de investigación que se han desarrollado, y además, presentan una taxonomía de la investigación y el desarrollo del modelado con dinámica de sistemas de la gestión de cadenas de suministro.

En el texto "Supply Chain Responsiveness and Efficiency – Complementing or Contradicting Each Other?" Minnich y Maier, (2006) construyeron un modelo para representar la estructura genérica y la dinámica intrínseca de las cadenas de suministro buscando dar cuenta de las interrelaciones y la dinámica entre la habilidad de respuesta y la eficiencia en una cadena de suministro.

Uno de los efectos que caracteriza la dinámica de la cadena de suministro es el efecto látigo, el cual se describe en Ros y Campuzano (2004) enfocándose principalmente en el diseño de un modelo que posibilita

describir el balance del nivel de inventario y el nivel de servicio al cliente, teniendo en cuenta las restricciones de capacidad en la unidad productiva. Los autores ofrecen una explicación de las consecuencias que tiene en las empresas medianas y pequeñas, el efecto látigo, y cómo afectan a las decisiones implicadas en su funcionamiento diario. Este fenómeno se produce cuando la causa y el efecto están distantes en el tiempo. Naturalmente el mecanismo explicativo es un modelo.

MacDonalds, Potter y Jensen (2003) presentan una revisión de la metodología usada para modelar la toma de decisiones en la gestión de recursos usando dinámica de sistemas. En ese proceso compararon las nociones de co-flujos y cadenas de envejecimiento con los trabajos de análisis en hojas de cálculo tradicionales, buscando dar cuenta del impacto de la experiencia en el proceso de la toma de decisiones en lo que a gestión de recursos se refiere.

Otro problema abordado fue el asociado a la reducción en los costos totales en la cadena de suministros de granos en la India mediante la modelación y simulación de los costos asociados a las cadenas de suministro, (Sachan; Sahay y Sharma, Dinesh. 2005). Se propuso que para reducir los costos totales en la cadena de suministro era necesario lograr un entendimiento y posterior predicción de los resultados. Para ello proponen el uso de los modelos de la cadena de suministro a partir de diferentes escenarios en procura de realizar diseños que posibiliten la recomendación de políticas para la reducción de costos.

El estudio de la organización estructural de las redes de cadenas de suministro categorizadas mediante estructuras de control y administración, orgánicas y mecánicas, fue un problema abordado por Zhang y Dilts (2004). La solución al problema se concentra en estudiar el impacto estructural

sobre los costos y la tasa de aumento del desempeño en dos cadenas de suministro usando un modelo de organización en red bajo diferentes condiciones de coordinación de mercados utilizando simulaciones con software de Dinámica de Sistemas o DS.

Kleijnen y Smits (2003) ofrecen un análisis crítico sobre las métricas de desempeño de la gestión de cadenas de suministro, usadas por una compañía de manufactura, mientras que la comparación del desempeño de las empresas constituidas en redes versus aquellas integradas verticalmente fue el tema tratado por Akkermans (2001), quien buscó dar respuesta las siguientes preguntas ¿Cómo pueden las redes lograr estabilidad en el tiempo? ¿Qué se requiere para este tipo de aprendizaje y el acomodamiento? ¿Qué tipo de políticas de gestión de las distintas empresas que operan en estas redes deberían utilizar para obtener colaboración? ¿Deben seguir siendo puramente impulsadas por el mercado o deben dar prioridad a los intereses comerciales de sus asociados de la red?

La forma como una cadena de suministro puede responder ante cambios en la demanda fue la problemática que abordaron Tseng, Ya-tsai; Won, Wei-Yang; Tu, Yi-ming (2005). Su principal inquietud consistía en comprender la manera de cómo poder ampliar el conocimiento acerca del efecto del uso de información diferente en los procesos de adaptación dinámica de una cadena de suministro y, por tanto, facilitar el diseño de políticas de uso de la información.

Speller; Rabelo y Jones (2007) crearon un modelo para explicar la manera en que se puede satisfacer tanto a clientes como a proveedores en una cadena de valor. El modelo construido les permitió entender la forma en que sería posible que a los clientes les lleguen productos de alta calidad y a los proveedores aumentos en sus beneficios. Finalmente concluyen que se

debe conocer la tasa de desarrollo de productos y darse tiempo para asegurar que los servicios estén disponibles antes de que el producto sea liberado al mercado pues este desequilibrio (efecto látigo) puede ser peligroso, y en algún punto crítico puede iniciar una espiral descendente.

La logística de la cadena láctea, de la Sabana de Bogotá, fue modelada por Orjuela (2005), quien presenta un modelo logístico que permite simular el comportamiento de dicha cadena láctea, a partir de la caracterización de la cadena, bajo la disciplina logística y elementos microeconómicos y de producción. Concluye el autor que la construcción de un elemento teórico pertinente para el análisis de cadena, apoyado en dinámica de sistemas, y su modelamiento con base en los planteamientos de Forrester, surge como pertinente para futuros estudios en el campo agroindustrial.

Lo anterior muestra que hay múltiples casos en los cuales la dinámica de sistemas contribuye para la comprensión, básicamente, de la manera en que los flujos de material, capital e información se entretajan para dar cuenta del comportamiento dinámico de las cadenas productivas, dejándose evidencias en consecuencia de su enorme posibilidad para el modelado de las mismas.

Durante la revisión referencial y bibliográfica se identificó el tipo de software usado para el modelado de la estructura de cadena correspondiente en cada caso, considerando los textos leídos, la comunidad de dinámica de sistemas usa software comercial y no suele programar los modelos, o menos aún, crear herramientas para generar modelos. De los programas más usados, Vensim ® ocupa el 50% de las veces, en tanto que Powersim ® y iThink ® ocupan 20% y 15% respectivamente de las preferencias de la comunidad de modeladores.

Para el presente trabajo se usa el software Vensim ® debido a su versatilidad y debido a que es un software muy amigable al usuario y sumamente potente al realizar las simulaciones.

2.2 La agroindustria

La agroindustria en su concepción más general es el establecimiento de empresas y cadenas productivas para desarrollar transformar y distribuir insumos específicos y productos en el sector agrícola. La agroindustria se refiere al valor agregado y a la comercialización en el sector agrícola. Otros autores definen Agroindustria como la rama de industrias que transforman los productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca, en productos elaborados.

De manera intrínseca se entiende que además de lo anterior las agroindustrias tienen actividades como procesos de selección de calidad, clasificación (por tamaño), embalaje-empaque y almacenamiento de la producción agrícola, a pesar que no haya transformación, y/o transformaciones posteriores de los productos y subproductos obtenidos de la primera transformación de la materia prima agrícola.

El término agroindustria, incluye como uno de sus renglones más importantes a la industria alimentaria, excepto a las industrias que producen equipo industrial o agrícola y maquinaria o insumos químicos para la agricultura (FAO, 1997 – por sus siglas en Inglés Organización para la Agricultura y Alimentación).

El sector agroindustrial en nuestro país es en general importante; su aportación al Producto interno bruto o PIB representa el 12% (INEGI, 2010). Asimismo, la Agroindustria es uno de los principales empleadores del país, dando empleo a más de seis millones de personas (STPS, 2010)

El Banco Mundial afirma que las actividades agrícolas (es decir el proceso directo de siembra y cosecha) conforman el 12% del PIB en América Latina; pero cuando se incluyen las agroindustrias (transformación industrial de los productos agrícolas) el promedio se eleva al 21%, de esta forma se puede observar una primera impresión de la importancia que tiene la Agroindustria.

2.2.1 Elementos de una cadena productiva agroindustrial

Las cadenas productivas agroindustriales se manifiestan como cadenas de suministros, que no están descritas por una sola secuencia lineal; el producto no sigue una línea directa entre el productor y cliente final, en ella pueden existir saltos entre actores, haciendo más compleja su modelación.

La secuencia varía incluso de producto a producto, haciendo que la construcción de los modelos se haga de forma independiente (incluso para un mismo cultivo en diferentes regiones), validada por expertos en el tipo de cultivo e industria estudiada.

2.3 Chile Habanero

2.3.1 Generalidades

Los chiles habaneros se producen principalmente en la Península de Yucatán, en donde se cosechan alrededor de 1,500 toneladas anuales. También se cultiva, en menor proporción, en Belice y en algunas Islas del Caribe (SAGARPA, 2001).

La reconocida tradición yucateca en el cultivo y consumo del chile habanero ha permitido que este producto se ofrezca en otros mercados tanto nacionales como extranjeros. Esto ha generado un gran interés y demanda por este chile en otras regiones. Ante esta oportunidad los productores, comercializadores e industrializadores empiezan a enfrentar situaciones y problemas no previstos, tanto en el terreno de la producción (manejo fitosanitario), su comercialización (compactación de volúmenes) y obtención de nuevos productos industrializados (pastas y extractos) (Tun, 2001).

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es originario de Suramérica, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano, especialmente en Yucatán, que es el principal productor en México, y ha formado parte de la reconocida gastronomía del Estado.

La producción de chile habanero en nuestro país se ubica en Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán. Los rendimientos son muy variables, y destacan Jalisco y Campeche, con 40-50 y 30 toneladas por hectárea (t/ha), respectivamente; sin embargo, en Yucatán los rendimientos no rebasan las 10 t/ha.

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor (registra de 200 mil a 500 mil unidades Scoville) por su alto contenido de capsaicina, por lo que es muy apreciado en el mundo, lo cual se demuestra con su creciente demanda en Estados Unidos, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Los únicos países exportadores son Belice y México.

El desarrollo del cultivo del chile habanero no se ha consolidado y no existen estadísticas oficiales de su producción, pues está considerado en el ambiguo rubro de "otros chiles"

2.3.2 El chile habanero en Yucatán

En Yucatán el 95 por ciento del área cultivable es pedregosa y no se puede trabajar con medios mecánicos, por lo que existe una gran dispersión del cultivo, especialmente al sur, en los municipios de Mérida, Maxcanú, Uxmal, Oxkutzcab, Halachó y Tekit, donde las condiciones son un poco más favorables para el desarrollo de la siembra.

En general, las parcelas son pequeñas y fluctuantes (de 20 hasta 70 ha, y desde 60 hasta 510 toneladas), lo que provoca fuertes altibajos en los precios. Además, cuando la producción es muy baja se dificulta cubrir la creciente demanda del exterior, y en ocasiones la producción aumenta a tal grado que satura el reducido mercado local.

La oficina de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) en Mérida refiere que de los cuatro chiles que se cultivan en la región, el habanero es el de mayor costo de producción por hectárea, empero, es el más rentable porque alcanza mejor precio en el mercado.

La producción es de bajo nivel tecnológico, y además, por las condiciones edáficas desfavorables de Yucatán los rendimientos promedio no rebasan las 10 toneladas por hectárea.

La siembra se puede hacer durante todo el año, prefiriéndose el periodo de lluvias, sin embargo, en esta época hay mayor incidencia de plagas y enfermedades. El cultivo de chile habanero requiere de plántulas para el trasplante y éstas deben germinar en charolas especiales con sustratos que pueden ser comerciales (importados o del país) o en camas que se preparan mezclando al suelo materiales de la región (bagazo de henequén) y estiércol.

Las charolas y las camas deben estar bien desinfectadas. En un semillero es importante controlar la radiación solar, la nutrición, la humedad, las plagas y las enfermedades. Antes del trasplante se debe preparar el terreno, desmontando y trazando la plantación para hacer las pocetas (poceteo). Dadas las condiciones de alta pedregosidad y alcalinidad de los suelos de Yucatán, el cultivo de chile habanero, en la mayoría de los casos, requiere del poceteo, mismo que consiste en remover una porción del suelo, formando una poceta a la que se le incorpora estiércol, esto para favorecer el desarrollo de raíces, conservar la humedad y el desarrollo general del cultivo. Con una distancia de 30 cm entre pocetas se puede tener una densidad de plantación de aproximadamente 30 mil plantas por ha. Cuando los suelos son pedregosos, el riego se puede hacer con manguera o por goteo en sistema de "espagueti", y por gravedad cuando son suelos mecanizables.

2.3.3 Tipología y organización de productores

Durante mucho tiempo, la producción de chile habanero en Yucatán fue prácticamente de autoconsumo. Después algunos intermediarios empezaron a abastecer los mercados locales y recientemente la producción comenzó a salir del Estado.

En su mayoría, los productores son de subsistencia, poseen pequeñas superficies de cultivo (de 1,200 a 1,600 metros cuadrados); tienen fuertes limitaciones financieras y no cuentan con medios para la comercialización, por lo que dependen de intermediarios. Prácticamente no existe organización de productores, ni la integración de éstos a la comercialización y menos a la industria.

Se han formado figuras asociativas, algunas en la zona de mayor producción, ubicada en los municipios de Maxcanú, Zepeda, Kochol, Santo Domingo y Muna. Sin embargo, la falta de desarrollo tecnológico, las difíciles condiciones para el cultivo y principalmente la escasa mentalidad empresarial de estos productores ha dificultado el desarrollo de la actividad.

2.3.4 Manejo postcosecha

La cosecha se hace manualmente, y se corta con todo y pedúnculo. Se toman los frutos que han llegado a su madurez. No debe permitirse que permanezcan en la planta porque esto los debilita, acelera su senescencia, acorta su vida de anaquel y también el ciclo productivo de la planta.

Los cortes pueden ser uno o dos por semana, de acuerdo con el manejo del cultivo, ya que es una planta semiperenne. Si su sistema radical es sano,

incluso pueden podarse las viejas para promover brotes nuevos y obtener más cosechas.

Después de la cosecha, el chile se coloca en arpillas de aproximadamente 10 kg (sin previa selección) para posteriormente ser transportado por un intermediario, normalmente en camionetas sin refrigeración, que van acopiando la producción de diversos productores en su ruta hasta los centros de distribución.

En general, el manejo postcosecha es deficiente y poco tecnificado. El proceso de empaque inicia con la recepción (inspección) del producto, el cual normalmente llega en arpillas. Posteriormente, es pesado y puesto en las mesas de selección, donde se clasifica y separa en tres categorías: primera, segunda y calidad industrial. También se clasifica por color en verdes, anaranjados y rojos.

2.3.5 Fortalezas y debilidades ya identificadas

En el mercado de exportación se está registrando una creciente demanda de chile habanero, ya sea en fresco o industrializado, lo cual también se debe a los nuevos y novedosos usos de la capsaicina.

Una oportunidad es que no existen restricciones fitosanitarias para la exportación de este chile. Además, los productores reciben apoyos gubernamentales.

Dentro de las principales debilidades se tiene la atomización de las parcelas productivas, la escasa o nula organización e integración a la

comercialización e industrialización de productores, cuyo nivel tecnológico es muy bajo y las condiciones edáficas no son las mejores.

El nulo desarrollo de la tecnología postcosecha, el elevado intermediarismo y las deficiencias en la comercialización también se consideran importantes debilidades de este sistema.

Como principales amenazas al sistema se ha detectado que otras entidades del país, o Belice, pueden competir por sus altos rendimientos; por otro lado, muchos productores están siendo absorbidos por maquiladoras, y esto ha provocado el abandono del cultivo de las tierras.

2.3.6. Datos Estadísticos

2.3.6.1 Superficie y Producción

Actualmente se cultiva todo el año en Yucatán y se siembran según estadísticas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, alrededor de 870 hectáreas anualmente y se obtiene una producción de 4,603 toneladas del producto con un costo aproximado de 54643.38 millones de pesos (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Superficie, Producción y Valor de la producción por municipio del Estado de Yucatán

ESTADO YUCATAN

Ciclo: Ciclicos y Perennes 2008

Modalidad: Riego + Temporal

CHILE VERDE

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 ABALA	1	0.8	7.2	9	10,000.00	72
2 ACANCEH	2	0	0	0	0	0
3 AKIL	23	23	201	8.74	11,711.44	2,354.00
4 BACA	3	2.5	36.1	14.44	27,783.93	1,003.00
5 BUCTZOTZ	13	13	95	7.31	35,263.16	3,350.00
6 CACALCHEN	0.4	0.4	4.8	12	10,000.00	48
7 CALOTMUL	3	3	31.6	10.53	8,000.00	252.8
8 CANSAHCAB	10	10	80	8	11,000.00	880
9 CANTAMAYEC	22	22	31.4	1.43	17,592.36	552.4
10 CENOTILLO	1	1	2	2	6,000.00	12
11 CHACSINKIN	14	14	156	11.14	5,868.59	915.5
12 CHANKOM	8	0	0	0	0	0
13 CHEMAX	74	4	20	5	20,000.00	400
14 CHICHIMILA	26	1	5	5	20,000.00	100
15 CHICXULUB PUEBLO	6.5	6.5	149	22.92	31,610.74	4,710.00
16 CHIKINDZONOT	27	1	4	4	19,000.00	76
17 CHOCHOLA	1.5	1.5	12.5	8.33	9,360.00	117
18 CONKAL	10.5	10.5	113	10.76	8,699.12	983
19 CUNCUNUL	4	0	0	0	0	0
20 DZAN	13	13	116	8.92	9,534.48	1,106.00
21 DZIDZANTUN	16	16	128	8	11,562.50	1,480.00
22 DZILAM DE BRAVO	1	1	8	8	20,000.00	160
23 DZILAM GONZALEZ	19	19	152	8	11,315.79	1,720.00
24 ESPITA	1.06	1.06	9.96	9.4	3,000.00	29.88
25 HALACHO	31	29	126	4.34	21,460.32	2,704.00
26 HOMUN	1.35	1.35	13	9.63	19,538.46	254
27 HUHI	1	0	0	0	0	0
28 HUNUCMA	1.2	0.2	1.2	6	5,000.00	6
29 IXIL	11	11	139	12.64	16,258.99	2,260.00
30 KANASIN	5	5	45	9	16,000.00	720
31 KAUA	12	0	0	0	0	0
32 KINCHIL	1.12	1.12	10.8	9.64	7,000.00	75.6
33 KOPOMA	1	1	4	4	3,000.00	12
34 MANI	9	9	81	9	9,135.80	740
35 MAXCANU	5	5	27	5.4	18,333.33	495
36 MAYAPAN	15	15	22	1.47	17,136.36	377
37 MERIDA	16	16	144	9	22,375.00	3,222.00
38 MOCOCHA	4.24	4.24	39.2	9.24	14,285.71	560
39 MOTUL	6	6	116.5	19.42	24,763.95	2,885.00
40 MUNA	7.5	7.5	100	13.33	12,200.00	1,220.00
41 MUXUPIP	0.5	0	0	0	0	0
42 OXKUTZCAB	14	14	126	9	8,857.14	1,116.00
43 PETO	64	64	534	8.34	3,745.32	2,000.00
44 SACALUM	6	6	53	8.83	8,679.25	460
45 SANTA ELENA	3.5	3.5	35	10	11,400.00	399
46 SINANCHE	2	2	14	7	13,000.00	182
47 SOTUTA	10	10	16	1.6	16,500.00	264
48 SUMA	1	1	8	8	5,000.00	40
49 TAHDZIU	15	15	135	9	5,000.00	675
50 TAHMEK	0.48	0.48	5.76	12	10,000.00	57.6
51 TECOH	1	0	0	0	0	0
52 TEKAL DE VENEGAS	1	1	12	12	10,000.00	120
53 TEKAX	33.5	33.5	395	11.79	3,620.25	1,430.00
54 TEKOM	3	0	0	0	0	0
55 TELCHAC PUEBLO	12	2	20	10	15,000.00	300
56 TEMOZON	4	3	22.8	7.6	9,105.26	207.6
57 TICUL	4	4	36	9	8,500.00	306
58 TIMUCUY	1.08	1.08	28	25.93	21,750.00	609
59 TINUM	30	0	0	0	0	0
60 TIXCACALCUPUL	20.5	0.5	3	6	20,000.00	60
61 TIXKOKOB	4	1	10	10	5,000.00	50
62 TIXMEHUAC	13	13	143	11	8,000.00	1,144.00
63 TIZIMIN	35.56	33.18	474.5	14.3	11,595.36	5,502.00
64 TZUCACAB	3	3	26	8.67	5,307.69	138
65 UAYMA	4	0	0	0	0	0
66 UMAN	8	7.5	66.5	8.87	12,947.37	861
67 VALLADOLID	73	3	15	5	20,000.00	300
68 YAXCABA	60	60	65	1.08	16,769.23	1,090.00
69 YOBAIN	16	16	128	8	11,562.50	1,480.00
	870.49	573.41	0.66	1,351,789.12	775,129.40	

Fuente: Sistema SIAP SAGARPA, 2010

2.3.6.2 Comercialización

Antes de 2007 la producción se comercializaba para los mercados siguientes: Local 60%, Regional 30% Nacional 10%

De 2007 a la fecha esa distribución de la producción comercializada ha seguido la siguiente tendencia: Local 40% Regional 10% Nacional 20% Exportación 30% (SAGARPA, 2010)

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Alcances y enfoque de la investigación

El enfoque abductivo combina aspectos teóricos y empíricos (Kovás y Spens, 2005). Quienes usan este enfoque lo definen como la creatividad sistematizada o la intuición en la investigación para generar un nuevo conocimiento (Taylor, et al., 2002). El enfoque inductivo inicia con una observación de la realidad, pero existe una retroalimentación continua con la información teórica. Este último enfoque es comúnmente usado en estudio de casos y en investigación aplicada, y trata de recolectar datos de fuentes primarias (entrevistas, visitas de campo, etcétera) y se analiza la información de fuentes secundarias (artículos, libros, revistas y bases de datos) y se va generando la teoría o el nuevo conocimiento (Dubois y Gadde, 2002)

El alcance de este trabajo utilizó un enfoque mixto más cuantitativo que cualitativo.

Por lo anterior, para este trabajo se consideró la siguiente metodología:

Procedimiento:

- Construcción de la cadena productiva total mediante la recopilación de información en fuentes primarias y secundarias.
- Caracterización de Actores e identificación de variables por actor.
- Establecer datos iniciales y comportamientos de las variables.
- Establecer relaciones entre actores.
- Conectar las variables mediante expresiones aritmético-lógicas (modelo preliminar)
- Diseño y Análisis de Escenarios para la simulación del modelo.

- Creación detallada de la red de actores y variables.
- Identificar las variables a modificar o adicionar.
- Análisis de sensibilidad mediante diseño de experimentos.
- Nueva comparación y elección de escenarios.
- Validación del modelo (y variables) mediante datos de la producción de chile habanero yucateco del año 2011.

Método:

- Técnica Delphi (grupos de enfoque) para la elaboración del análisis FODA e identificación de variables por actor.
- Dinámica de sistemas para la formación de redes y encadenamiento entre actores, y relaciones causales entre las variables
- Diseño de experimentos: usando ANOVA de una sola vía (Duncan para variables cualitativas) a un nivel de confianza del 95%; regresión lineal simple para variables cuantitativas.
- Simulación por medio del software VENSIM® versión 2011 para la construcción de escenarios
- Método de casos usando datos de la producción de chile habanero yucateco de 2011

3.2 Preguntas de investigación

¿Existe un modelo de una cadena productiva que representa a la agroindustria del chile habanero?

¿Cuáles son los posibles encadenamientos asociados (hacia delante y hacia atrás) en dicha agroindustria?

¿Cuáles son los factores limitantes o potenciales en este modelo de cadena productiva agroindustrial?

¿Existen paquetes computacionales que integren o simulen cadenas de suministro para la agroindustria?

¿Podría validarse con un paquete computacional un modelo basado en una cadena productiva agroindustrial usando dinámica de sistemas y simulación?

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue un enfoque mixto, el cual se llevo a cabo en la perspectiva del enfoque cuantitativo transversal y experimental. En el caso del análisis FODA por eslabón se recurrió a un análisis cualitativo mediante el uso de muestras dirigidas de expertos o grupos de enfoque aplicando la técnica Delphi.

Para la elaboración del modelo de cadena de suministro se uso Dinámica de Sistemas para la formación de redes y encadenamiento entre actores, y relaciones causales entre las variables

En el caso de las variables cualitativas, éstas fueron tratadas mediante análisis de experimentos usando ANOVA de una sola Vía mediante Duncan a un nivel de confianza el 95% y las cuantitativas mediante el uso de regresión lineal simple.

La simulación se realizó por medio del software VENSIM® versión 2011 para la construcción de escenarios, este software, tiene la ventaja por sobre otros software descritos, de manejar variables cuantitativas y cualitativas en simultaneo sin tener que generar el comportamiento matemático de cada una de ellas.

La validación del modelo se realizó utilizando el método de caso: “la producción de chile habanero yucateco en 2010-2011”.

3.4 Recolección de datos

Para la recolección de datos en el caso de la parte cuantitativa se realizó una búsqueda en fuentes secundarias oficiales tales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI), Secretaria de Agricultura, Desarrollo Rural Pesca y Alimentos (SAGARPA), el centro PYMEXPORTA Yucatán y BANCOMEXT.

En el caso de la recolección de datos cualitativos se usaron grupos de enfoque mediante anotaciones del investigador, documentos y entrevistas. Y se llenó una matriz resumiendo las opiniones de los expertos para su posterior análisis.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 Modelo propuesto para la cadena de suministro del chile habanero yucateco

Considerando lo expuesto y por la naturaleza abductiva de la investigación se dividió en tres etapas el siguiente trabajo que son: Desarrollo, simulación y validación del modelo, "Caso: chile habanero", y resultados.

La recopilación de información se realizó mediante un grupo de enfoque y consulta en fuentes secundarias como son INEGI, SAGARPA y PYMERPORTA y BANCOMEXT con el objetivo de identificar la estructura y las actividades que se perciben se realizan por eslabón en la cadena productiva.

Posteriormente las actividades se enfocaron en la ejecución de una simulación mediante la dinámica de sistemas; las cuales se detallan a continuación:

1. Definición del núcleo problema a estudiar:

Este paso exige el pleno conocimiento del sistema y el problema que se desea resolver en él mediante la simulación del mismo. El conocimiento en detalle requiere la participación de expertos, que propondrán las posibles interacciones y actividades realizadas por los elementos que componen dicho sistema.

2. Identificación de variables y establecer sus relaciones: No necesariamente se debe describir el sistema en todas sus variables, lo cual haría de este paso, un proceso arduo y muy

complejo. Si se cumple a cabalidad el objetivo de la fase anterior, solo se tomarán en cuenta aquellas variables involucradas en el problema a estudiar, limitando el sistema a un modelo simplificado, con comportamiento y resultados similares al modelo real.

3. Construcción y simulación del modelo:

Se procede a establecer el mapa completo de variables y sus relaciones, que conciben el sistema en un diagrama de flujo. Este modelo deberá ser adaptado a un software, como el I Think o Vensim®, que facilitan su incorporación a una computadora para su análisis y validación. El modelo creado requirió ser validado con la realidad, mostrando congruencia con los resultados arrojados en la simulación.

Un modelo puede incorporar aspectos lógicos, matemáticos y estructurales de un proceso. Solo el conocimiento y la comprensión a detalle de los actores permitirán vislumbrar y modelar las relaciones entre las variables que lo describen. (Ver Figura 4.1)



Figura 4.1 Elementos de la creación y validación de la cadena de suministro para el chile habanero

En la primera etapa se realizó el muestreo estratificado (Scheaffer et al, 1987) para conformar el grupo de enfoque a utilizar en cada eslabón de la cadena. Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó un macro desarrollado en una hoja de cálculo de Excel®

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tamaño de la muestra por cada eslabón quedó de la siguiente manera: se entrevistaron a 25 productores, siete proveedores a productor, 15 intermediarios y 10 clientes finales, con un error de estimación del 5%.

Para la etapa de simulación se encontró que existen diferentes metodologías de simulación y metaheurísticas que se han aplicado en cadenas de suministro, por ejemplo, colonia de hormigas (Moncayo, 2008), Dinámica de Sistemas (System Dynamics, SD), Simulación de Eventos Discretos (Discrete Event Simulation, DES) y Simulación Basada en Agentes (Agent Based Simulation, ABS).

A continuación se muestra una comparación de las metodologías para la simulación de cadenas de suministro o productivas

Tabla 2. Comparación de las metodologías para la simulación de cadenas de suministro o productivas

Característica	Dinámica de Sistemas	Eventos discretos	Basada en agentes
Objetivo del sistema	Estratégico-Táctico	Táctico-operacional	Táctico-operacional
Bloque de construcción	Reservorios y flujos	Agentes individuales	Colas y actividades
Manejo del Tiempo	Continuo	Discreto o continuo	Discreto
Retroalimentación	Explícita	Implícita	Implícita
Perspectiva	Holístico	Analítico	Analítico
Entrada de datos	Cuantitativo-cualitativo	Cuantitativo-cualitativo	Cuantitativo
Validación	Enfoque caja blanca	Enfoque caja negra	Enfoque caja negra
Enfoque entre variables	Lineales-no lineales	Lineales-no lineales	En su mayoría Lineales

Fuente: Elaboración propia

Con la información de la tabla anterior y los objetivos del proyecto la Metodología Dinámica de Sistemas fue seleccionada para desarrollar la simulación, esta permitió conocer la estructura del sistema complejo a través del tiempo, mediante lazos de retroalimentación y retardos de tiempo (Ford, 1999; Sternan, 2001).

De acuerdo con Sterman (2001) los cinco pasos para desarrollar un modelo en Dinámica de Sistemas son:

1. **Planteamiento del Problema.** Se define el problema y cuáles son las variables clave a considerar. Se define el horizonte de tiempo.
2. **Formulación de la hipótesis dinámica.** Para la formulación de hipótesis dinámicas, se pueden emplear diagramas causales.
3. **Formulación del sistema de simulación.** Se definen las reglas y fórmulas, se estiman los parámetros y se establecen las condiciones iniciales.
4. **Pruebas** Se hacen pruebas para dar la robustez al sistema.
5. **Diseño y evaluación de políticas.** Se crean escenarios se hacen escenarios ¿Qué pasa si? Y se hace el análisis de sensibilidad para la robustez del sistema.

Sin embargo, parte del éxito de la modelación es en gran medida la experiencia y creatividad del modelador (Sterman, 2001).

Formulación del sistema de simulación

En esta sección se presentan los diagramas de Flujos (o Forrester) que servirán para realizar el sistema, la formulación matemática de las variables principales del sistema y los ciclos lógicos utilizados en la programación del modelo de simulación usando Versim®.

La caracterización de las cadenas mediante el modelo de redes dinámicas, permite analizar los niveles de desempeño de cada actor, los índices de empleo generados en la cadena, la productividad y el valor agregado por actor a partir de la información recopilada y expuesta mediante variables procesales de entrada, proceso y salida que recrean un modelo matemático (Shannon, 2001)

La ventaja de trabajar con modelos de redes y simulación de posibles escenarios, que permitan potencializar las alternativas de desarrollo de la cadena y en el espacio virtual donde se pueden conducir experimentos a través de la adición de variables para construir escenarios de desarrollo o modificación de sus valores para recrear potenciales estados que serán evaluados a partir de variables de salida del sistema (Mancilla, 1999).

El siguiente paso es caracterizar la cadena, para ello es necesario conocer al detalle los actores que la componen y la relación existente entre ellos.

Para ello se debe enmarcar la investigación en fuentes primarias producto de la observación directa y la aplicación de entrevistas o encuestas, en aspectos tales como: niveles de producción, los rendimientos, la tasa de desperdicios, el período de tiempo disponible, el volumen de recursos disponibles y requeridos, capacidad, ingresos, costos y gastos (fijos y variables) y utilidades (ganancias o pérdidas). A su vez estos aspectos se pueden convertir en variables cuantitativas como se puede observar en la Tabla 3.

Cada actor ejecuta una diversidad de funciones tales como producción, comercialización, transporte o distribución e industrialización y/o consumo, las cuales se identifican como las actividades del sistema.

Dentro de la caracterización se encontrarán variables que harán el papel de variables de entrada (proveen de datos iniciales al sistema) y restricciones del sistema como: la tasa de producción, capacidades, precio de venta, costos unitarios, tiempo disponible, entre otras; que proveerán de los datos iniciales al modelo y serán aquellas más propensas de modificar al momento de generar los escenarios. Las variables de salida como son las utilidades por actor, nos darán las pistas para la construcción del modelo,

estableciendo las variables intermedias o de proceso como son los ingresos, gastos y costos.

Las razones de estas variaciones son muchas: la estacionalidad y ciclos de venta, condiciones y tendencias del mercado, factor humano, manejo de tolerancias, factores ambientales y sociales, decisiones políticas, entre otras.

Tabla 3. Variables que caracterizan a un actor en una cadena

Indicador operacional	Variable
Producción	Volumen producido
Rendimiento de la producción	Tiempos de ciclo de producción Tasa de producción Rendimiento de la producción
Tasa de desperdicio en la producción	Tasa de desperdicio
Tecnología de proceso alcanzada	Nivel de Tecnología
Capacidad instalada	Porcentaje de capacidad instalada
Capacidad ociosa	Espacio y superficie disponible
Recursos disponibles	Mano de obra Insumos y Materia prima Maquinaria, Equipo, etc. Capital
Recursos requeridos para la producción	Horas hombre requeridas para la capacidad utilizada Nivel de inventario mínimo requerido Nivel de servicio
Ingresos	Utilidad neta Tipos de fuentes de financiamiento
Costos de la producción	Mano de obra directa Materiales directos Costos indirectos de

	fabricación
Gastos indirectos de la producción	Gasto operacional
Desempeño financiero	Utilidad bruta Utilidad antes de impuestos Utilidad neta Flujo de Efectivo
Comercialización, Distribución y Transporte	Función y cantidad de intermediarios o acopiadores Origen y Destino del producto (Mercado) Mano de Obra empleada Características del medio de transporte Capacidad mensual Volúmenes de Despacho Capacidad de Almacenamiento Cantidad de producto Vendido
Industrialización o consumo	Producto ofrecido Cantidad de producto demandado Cantidad de empresas procesadoras Productividad de la Mano de obra Capacidad de producción Cantidades ofrecidas

Fuente: Elaboración propia

Entender el comportamiento contribuye a explorar eventos o escenarios futuros que para mejorar el desempeño de los procesos de producción del chile habanero yucateco.

El análisis de estos datos permitió predecir el comportamiento de la variable y ajustarlo a una ecuación matemática para simular su valor en determinados periodos.

Es importante validar la cadena de suministro en su totalidad con la finalidad de predecir como dichas variables y actores se comportan bajo diferentes grados de certidumbre.

Tales grados de incertidumbre hacen el modelo aún más realista arrojando valores que expresan condiciones eventuales y/o periódicas.

Relación entre actores

En esta etapa se establecieron las variables por cada actor para crear los enlaces en detalle que se mostraron en el diagrama de red global de la cadena. Los datos que se transfieren entre los actores permitieron simular el comportamiento de las variables. Por ejemplo, un aumento en las cosechas disponibles para siembra incrementaría la producción de chile por parte de los productores, que estarían a disposición del consumidor en mayor proporción en las plazas de mercado; otro ejemplo fuese que los productores restringieran la producción, entonces los comerciantes acapararían el producto con la finalidad de encarecerlo.

El modelo admite la inclusión de actores que actualmente no existen en la cadena estudiada, pero que enriquecerán el análisis posterior de escenarios futuros, donde se podrá evaluar la conveniencia y factibilidad de su inclusión en el mundo real. Para no alterar los valores resultantes de la cadena actual, las expresiones que conectan a los actores reales hacia los nuevos proponentes deberán tener un condicionador o multiplicador que arroje un valor igual a cero; se altera temporalmente la expresión de conexión entre los actores para que de cómo resultado un valor cero, excluyendo el actor de los resultados la validación del modelo con el funcionamiento de la cadena real.

Creación y análisis de escenarios

Una vez asociados los actores se arma una red compleja representante de la cadena, la cual es una representación de los procesos internos llevados a cabo en ella. Los factores externos como los ambientales, políticos, económicos, tecnológicos, se pueden incluir como afectaciones

(generadores de motricidad) de los valores de las variables de entrada y posiblemente modificadores de su comportamiento: una época de secas en el campo repercutirá la variable producción con una reducción de su valor, la adquisición de nueva tecnología implicaría una reducción en la tasa de desperdicios promedio, un aumento en la devaluación de la moneda podría afectar el precio de un producto de exportación.

La validación del modelo se puede hacer cotejando los resultados obtenidos de los actores (considerados como submodelos) en la simulación comparado con los datos reales de años anteriores y luego, integrando los actores para recrear el sistema completo que representa la cadena productiva.

Los errores en los resultados de la simulación pueden ser causados por los datos, el modelo conceptual, el programa computacional o la implementación a la computadora (Sagent, 1998).

Simular un escenario es una respuesta a la pregunta "qué pasa si...:" ocurriese un cambio o ajuste en la cadena productiva, por ejemplo: la cadena productiva se afecta por un fenómeno; un nuevo actor, industria o gremio, surge en el modelo; se realizan variaciones en precios y costos; se diseña un nuevo producto; se reorientan los mercados o se crean nuevos canales de comercialización; entre otros.

En el modelo de red basado en dinámica de sistemas, recomienda proponer tres alternativas para la creación de escenarios:

- 1. Modificación de los valores de las variables de entrada.** Un escenario puede ser fundamentado en variaciones de los valores de las variables (e incluso, las expresiones aritmético-lógicas) que constituyen situaciones futuras factibles (cada modificación deberá

estar sustentada en posibles causas razonables que podrían darse en la realidad

2. **Adición de nuevas variables.** Esto ocurre en caso de proponer o visualizar una modificación en los procesos que identifican a un actor, recrear un nuevo mercado, la aparición de un nuevo actor o cambio en las relaciones entre variables.
3. **Modificación y adición de variables.** Comprende la creación de escenarios a partir de los dos puntos anteriores. Por ejemplo, la adhesión de un nuevo competidor en la cadena implicaría situar las variables que lo caracterizan en el modelo, que a su vez, afectarían los precios de los productos ofertados.

Al simular un escenario, las variables de salida del sistema se verán afectadas, las cuales a su vez, proveerán al estudio de información concerniente a las repercusiones que tienen dichas variaciones en los actores de la cadena.

Se ha prescindido de los valores absolutos y se ha optado por el empleo de porcentajes de variación, para su mejor entendimiento, dichos porcentajes se calculan a partir de la diferencia entre el valor resultante de la simulación y el valor real obtenido por datos de constatación de campo o datos históricos, de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de variación } i = \frac{\text{dato simulado} - \text{dato real}}{\text{dato real}}$$

Donde i está definida como un valor de una columna cualquiera de la tabla de resumen de variaciones. A partir de ese momento, se podrá emplear los datos arrojados por la simulación de los escenarios para elaborar un análisis del valor agregado.

En cada escenario elaborado, se identifican las variables a alterar (en este caso, nodos), manteniendo las demás variables que intervienen sin modificación alguna.

Estos resultados se analizan a través de dos indicadores de valor agregado como el Margen Bruto de Comercialización (MBC) y el Margen Bruto de Comercialización por Actor (MCA), buscando con ello determinar el poder económico presentado por cada uno de los actores del encadenamiento.

El margen Bruto de Comercialización se define como la diferencia entre el precio pagado por el consumidor por el subproducto terminado y el precio que percibe el productor (Izquierdo, 2002).

La forma de hallar este valor es a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{MBC} = \frac{\text{Precio al consumidor} - \text{Precio al productor}}{\text{Precio al consumidor}} \times 100$$

Por su parte, el Margen Bruto de Comercialización por Actor (MCA) permite llegar a un análisis mucho más discriminado del valor agregado, a través del valor generado por cada actor de la cadena, que se calcula con la a través de la siguiente fórmula:

$$\text{MBA} = \frac{\text{Precio de Venta} - \text{Precio de compra}}{\text{Precio de venta}} \times 100$$

A partir de los valores de una tabla de variaciones, y con el ánimo de contar con un indicador que informe acerca de cómo se ven afectadas las variables

(dependientes) por la variación de otras variables (independientes o de entrada), se calculará la razón de elasticidad a través de la siguiente fórmula (Frank, 2001):

$$\text{Elasticidad}_n = \frac{\Delta\% \text{ variable dependiente } n}{\Delta\% \text{ variable independiente}}$$

Donde n representa la variable dependiente tomada en consideración.

El valor de la elasticidad suele estar acompañado de dos interpretaciones totalmente complementarias: la primera está relacionada con el signo que acompaña al resultado de la elasticidad y la segunda se centra en la explicación que tiene el hecho que dicho resultado, en términos absolutos, sea mayor, igual o menor a la unidad.

Con respecto a la primera interpretación, la elasticidad puede ser positiva o negativa:

- Si la elasticidad es positiva, existe una relación directamente proporcional entre a variable dependiente y la variable independiente. Dicho de otra forma, cada vez que se incremente la variable independiente, la variable dependiente también lo hará y viceversa.
- Si la elasticidad es Negativa, existe una relación inversamente proporcional entre a variable dependiente y la variable independiente, es decir, cada vez que incremente la variable independiente, la variable dependiente disminuirá y viceversa.

De acuerdo a la segunda interpretación, la elasticidad, en términos absolutos, puede ser mayor, menor o igual a la unidad:

- Si $| \text{Elasticidad} | > 1$, entonces la elasticidad es elástica, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en una proporción mayor.
- Si $| \text{Elasticidad} | = 1$, entonces la elasticidad es unitaria, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en la misma proporción.
- Si $| \text{Elasticidad} | < 1$, entonces la elasticidad es inelástica, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en una proporción menor.

4.2 Caracterización de la cadena

A continuación se presenta a manera de resumen mediante la Figura 4.2.1 la cadena de suministro del chile habanero yucateco

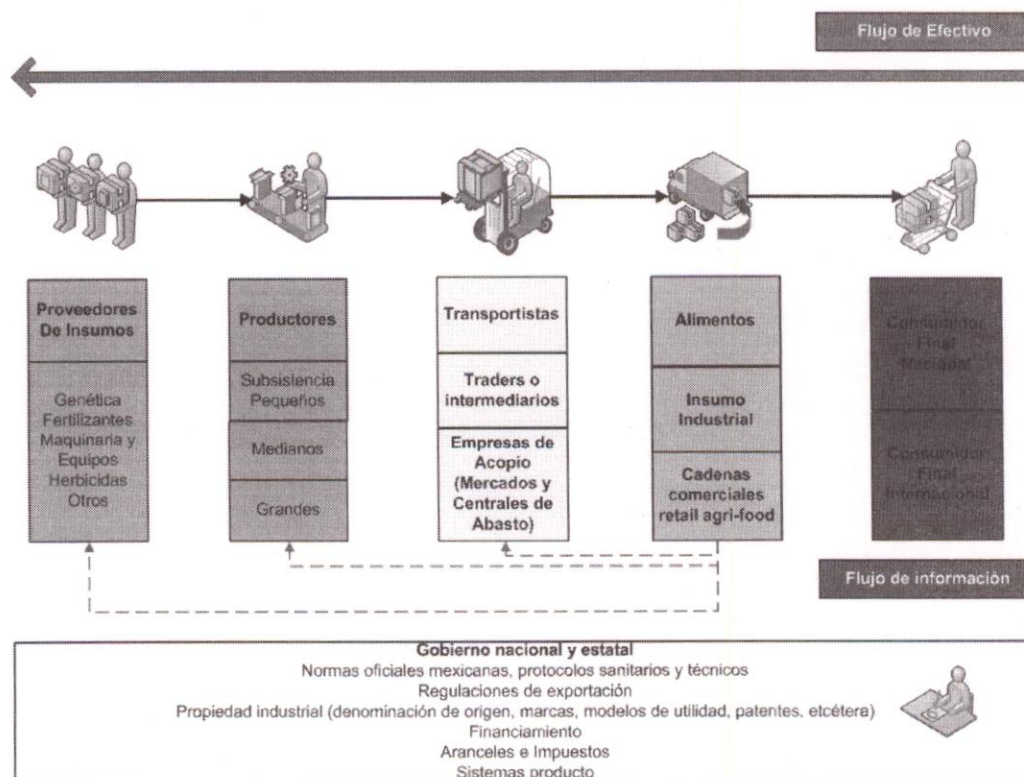


Figura 4.2.1 Cadena de Suministro del Chile Habanero yucateco

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.2.1 se muestra la cadena con sus respectivos flujos de efectivo, información y procesal definidos por las observaciones realizadas en el presente trabajo. Cada eslabón tiene proveedores de soporte no mostrados en la gráfica pero resumidos en el recuadro naranja denominado proveedor. Actualmente el 70% de la producción es dedicado al insumo industrial, salsas y encurtidos. El 20% se comercializa como fruto fresco y se tiene un margen de 10% como amortiguador o desperdicio. Se cuenta con una red de proveedores que alimenta el eslabón de productores.

4.3 Caracterización de los eslabones

4.3.1 Proveedores e Insumos

Entre los proveedores requeridos para la producción de chile habanero, están los proveedores de semilla y plántula, los proveedores de insumos (fertilizantes, agroquímicos, etc.) y proveedores de infraestructura (equipo para riego). Antes del 2001, la semilla que se utilizaba eran importadas de empresas como PetoSeed y Kingseed, la problemática era el grado de germinación (alrededor de un 35%) y la pérdida de las características propias del chile habanero, por eso a partir del 2001, se crea un programa para el rescate de la semilla criolla, a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la cual se está utilizando en los cultivos actuales.

En lo referente a proveedores de plántula, existen alrededor de 20 empresas particulares que se dedican a la producción de plántula en invernaderos, de igual manera el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 y el CRUPY Chapingo, cuenta con un invernadero para la producción de plántula. No existe entrega de plántulas certificadas.

Así mismo, el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, tiene a su cargo la caracterización de las variedades criollas del Estado para determinar la huella genética de las mismas y poder manipular genéticamente la semilla para adecuarla a las características que el mercado requiere.

En lo referente a los proveedores de insumos, existen en el mercado local empresas privadas que proveen de los principales insumos para el Sector Agrícola, oferta importante y muy completa de proveedores de insumos. Sin embargo éstos no están comprometidos con la actividad, ya que se dan

situaciones como ofrecimiento de productos al margen de las reglamentaciones oficiales vigentes.

El problema de la semilla de importación es que no cuenta con las características de la semilla criolla y no todas las variedades de estas semillas se adaptan a las condiciones del estado, una de las que se ha adaptado es la de SEMINIS. Actualmente se cuenta con dos proveedores de semilla criolla, ITA No. 2 y Hortilatino, S.P.R de R.I.

De aquí la importancia de contar con un banco de germoplasma para garantizar las características del producto, no son dueños de la semilla se depende todavía de las compañías semilleras y la mayoría son empresas americanas. Para caracterizar el material propio y obtener una denominación de origen ya que el mercado reconoce y demanda las características del chile habanero criollo. Impulsora Agroquímica del Sureste, Mayoreo Agropecuario, DASUR, entre los principales.

4.3.2 Proveedores de Asistencia Técnica

No existen despachos de asistencia técnica especializados en el cultivo pero si existen despachos que proporcionan asesoría técnica al Sector Agrícola en general. Esto representa una debilidad para el Sistema Producto Chile, ya que las tecnologías existen pero no existe el mecanismo de extensionismo o de transferencia de tecnología hacia el productor o usuario final de la misma.

4.3.3 Productores

a) Tamaño de la propiedad

Los productores son principalmente pequeños agricultores que tienen superficie que fluctúan entre 400 y 4000 m por productor (1-10 “mecates”). Ocasionalmente se encuentran productores con superficies de 10,000 m (1 ha.) sin embargo en los últimos 2 años ya existen los agricultores privados que siembran de una a tres hectáreas por fecha de siembra; lo que hace que haya ofertas “espontáneas” de 5 a 10 toneladas de producto por semana. (Ing. Carlos Muñoz Carrillo, Presidente de ECODER, 2001).

b) Tecnología

Se puede clasificar a los productores en tres niveles según la tecnología que emplean:

- **Baja Tecnología:** Producen 5 Ton/Ha o menos, producen bajo temporal y usan eventualmente riego de auxilio, no controlan sus malezas y no aplican fertilizantes. En este nivel se encuentra el 50% de los productores.
- **Tecnología Media:** Obtienen entre 5 a 15 Ton/ha, estos aplican fertilizantes, riegan principalmente en periodos críticos y tienen control de malezas. En este nivel se encuentra el 30% de los productores.
- **Tecnología Media-Alta:** Son los que tienen producción mayor de 15 y hasta 40 Ton/Ha, procuran proporcionar riego, mantienen limpias las parcelas, realizan podas de limpieza y tienen control de plagas. En este nivel se encuentra el 20% de los productores.

c) Tenencia de la tierra

La base territorial de los pueblos indígenas fue modificada con la instauración de las haciendas, las cuales afectaron la posesión. No obstante, hasta la fecha, existen pueblos y comunidades que están asentados en forma permanente y continúa en el mismo lugar desde hace más de 2500 años, lo que refleja la sustentabilidad histórica de estos pueblos campesinos indígenas con culturas propias. La entidad cuenta con 727 ejidos y comunidades agrarias, 116,068 ejidatarios y comuneros, 2'251,530.7 ha de superficie ejidal, 29.7% con régimen de tenencia ejidal, 41.4% de superficie de labor, 81.5% con actividad agropecuaria y forestal y 10,848 unidades de producción rurales.

En las regiones indígenas se identifican distintas formas de tenencia de la tierra, tales como la pequeña propiedad, los terrenos de uso común y los terrenos parcelados.

- 1) Bienes comunales. Abarcan un territorio que puede ser de una comunidad o de varias comunidades; en ocasiones con una cabecera municipal. El control de la tierra está determinado y regido por la asamblea de comuneros, la que elige a las autoridades tradicionales: gobernadores, principales, presidentes y agentes municipales. El tipo de organización impuesta por la Ley de Reforma Agraria está subordinado a la organización tradicional y no al sistema oficial.

Los bienes comunales están distribuidos en parcelas agrícolas, que son utilizadas temporalmente de acuerdo con el sistema de roza-tumba y quema, que implica dejar descansar la tierra por varios años (1 a 5 años) y que poseen todos los comuneros. Existe también el usufructo permanente a favor de los comuneros y sus familias, quienes pueden heredarlas e intercambiarlas entre los miembros de la comunidad, pero no tiene categoría de propiedad privada. La comunidad controla los

bosques y agostaderos para la explotación comunitaria de los recursos forestales o mineros. Lo más importante de este sistema es que la tierra no puede venderse a personas extrañas a la comunidad.

- 2) Ejidos. Son las tierras que les fueron reconocidas a comunidades que no poseían documentación colonial, pero actualmente operan y se organizan bajo las normas de bienes comunales.
- 3) Ejidos que operan de acuerdo con la normatividad de la Ley de la Reforma Agraria (implementada en la Constitución de 1917). Estos son minoría y están parcelados individualmente y de acuerdo con la modificación del artículo 27 constitucional de 1992, pueden optar por la apropiación privada o mantener la propiedad colectiva ejidal. La reforma del artículo 27 contempla la privatización de los ejidos, después de 60 años de prohibida su enajenación.

Se puede decir que los productores que habitan en este Estado, son principalmente ejidales, donde la tenencia de la tierra es ejidal y de uso comunal.

4.4 Diagnóstico del sistema producto chile

4.4.1 Producción

La producción y la comercialización del chile habanero día a día van teniendo mayor importancia en el Estado de Yucatán por tres razones:

- Es un producto agrícola que la mayoría de los campesinos y productores del Estado conocen y saben cultivar.
- Es un producto que puede obtenerse en calidad y cantidad en cualquier época del año y que se puede multiplicar con ligero apoyo de financiamiento y promoción por parte de los organismos dedicados al desarrollo rural del Estado y por empresas que comercializan.
- Existe un aumento en la demanda del chile HABANERO en el mercado nacional o internacional, tanto fresco como procesado.

Actualmente se cultiva todo el año en Yucatán y se siembran según estadísticas de la secretaría de agricultura y desarrollo rural, alrededor de 300 hectáreas anualmente y se obtiene una producción de 3,600 toneladas del producto que se consumen en el estado, se envían a diversas partes de la república mexicana y al extranjero.

4.4.2 Contexto Internacional de chile

Es enorme la diversidad de variedades, regiones, productores, etc., de chiles que existen en México, lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día, con estadísticas por variedad de chile. De manera que las estadísticas de las que se disponen y las cuales serán usadas como base para este análisis, se agrupan en un sólo rubro llamado chile verde.

Entre 1994 y 1997 la producción mundial de chile verde ha registrado un constante incremento, siendo éste del 6.27% entre 1994 y 1995 y de 4.3% entre 1996 y 1997, lo que ha llevado a la producción a ubicarse en 14.7 millones de toneladas en promedio anual en el periodo señalado. Este comportamiento en la producción ha sido el resultado del incremento en la productividad de la hortaliza y en segundo término por la mayor superficie destinada al cultivo de la misma.

Así, mientras que en 1994 los rendimientos mundiales promedio se ubicaban en 10.77 toneladas por hectárea, para 1997 éstos fueron de 12.03 toneladas por hectárea, es decir, 11.7% mayores entre un año y otro.

Por su parte la superficie cultivada alcanzaba 1.22 millones de hectáreas en 1994 y en 1997 superaron 1.32 millones, lo que representó un incremento del 8.2% en el lapso, debido al incremento en la demanda del producto.

Dentro de los principales países productores de chile verde están Turquía, Nigeria, México, España y Estados Unidos, los cuales en conjunto aportan alrededor del 30% de la producción total. Cabe señalar que dentro de los productores de chile se encuentra un gran número de países latinoamericanos y asiáticos, sin embargo, su contribución individual en la producción mundial no es significativa.

Turquía ocupa el primer lugar como productor de chile verde con una producción ligeramente superior al millón de toneladas anuales en los últimos cuatro años. Este comportamiento productivo ha sido el resultado de los buenos rendimientos que se obtienen en ese país, más que por la extensión dedicada al cultivo. De esta forma, mientras que el rendimiento promedio mundial anual de chile verde en los últimos cinco años ha sido de 11.5 toneladas por hectárea, el rendimiento en Turquía se ha ubicado en 19 toneladas por hectárea en el mismo lapso, es decir, 65.4% superior al primero.

Pese a que Nigeria ha destinado una mayor superficie al cultivo de chile verde en los últimos años, su producción no ha respondido con mayores incrementos, básicamente por la caída en los rendimientos del producto. Este país produce 6.5% de la producción mundial de chile, con un incremento del 5.4% entre 1994 y 1997, de igual forma aumento la superficie destinada al cultivo del producto.

Los Estados Unidos de Norteamérica es el principal consumidor de chile en el mundo. La demanda de este producto se enfrenta en tres modalidades: verde fresco, rojo procesado y deshidratado o seco. Las importaciones de EE.UU. de chile deshidratado ascendieron 30 millones de dólares en 2001, en la cual tres países: China, México y la India, son los principales proveedores (FAO, 2004)

4.4.3 Caracterización de la Oferta

El chile habanero es originario de Las Antillas y zonas del caribe mexicano, Yucatán es el principal productor de México, pero la oferta hasta este momento es “estacional” dado a que la zona productora más importante que es el sur/sur-oeste del Estado de Yucatán en los municipios de Halachó y Maxcanú, se produce en las épocas de Octubre, Noviembre de cada año debido a que es la época de terminación de la temporada de lluvias. Actualmente también se siembra de riego en todo el Estado y cada día la oferta es aunque diferente en volumen, mas estable durante el año.

Estadísticamente la producción anual promedio en los últimos 10 años se calcula en 500 a 600 toneladas anuales, concentradas en los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre.

A la fecha se cuenta con una superficie plantada del orden de las 400 hectáreas que son usufructuadas por 2,000 productores; La superficie que

ya se encuentra en la etapa productiva es de 294 hectáreas, misma que genera un volumen de producción de 1,568 toneladas.

La zona de cultivo más importante para el chile habanero en el estado de Yucatán continúa siendo la zona henequenera.

Generalidades del Consumo

El consumo de este volumen de producto es de un 65% fresco y en un 35% industrializado en salsas picantes. (Ing. Carlos Muñoz Carrillo, Presidente de ECODER, 2001)

En 2006 la producción se comercializaba para los mercados según lo presentado en la Figura 4.4.3.1

En los últimos tres años esa distribución de la producción comercializada ha seguido la siguiente tendencia: Local 40% Regional 10% Nacional 20% Exportación 30% (Ver Figura 4.4.3.2)



Figura 4.4.3.1 Comercialización del chile habanero hasta 2006



Figura 4.4.3.2 Comercialización del chile habanero por destino del 2009 a 2011

Fuente: SAGARPA/2001

*No existen datos sobre el Chile Habanero, en virtud que todo se registraba como chile verde, incluso a nivel estatal es hasta el 2001, que se comienza a llevar estadísticos por separado, de aquí que la mayor parte de la información se refiera a chile verde.

Consumo intermedio:

a) Intermediarios locales

Son los llamados "Coyotes", van y compran en el lugar, pagan en efectivo y ellos los venden en la Casa del Pueblo, en el Mercado de Oxutzcab, Mercado Lucas de Gálvez o en la Central de Abastos de Mérida.

El Mercado de Oxutzcab es el termómetro en los precios del Estado, ya que se acopia alrededor del 60% de la producción de Chile Habanero del Estado. El precio se fija con base a la relación oferta-demanda

b) Transportistas

Son los llamados "comisionistas", el productor le lleva sus frutos al transportista del municipio y con base a confianza se lo deja, éste lo lleva a

la casa del pueblo principalmente y lo vende al precio del día y le reporta al productor, el cual le paga una comisión con base al precio de venta.

El productor percibe en promedio un pago de entre \$5.00 y \$11.00/Kg, y el intermediario y el transportista venden a un precio que oscila entre \$10.00-\$40.00/Kg, según la oferta y demanda y la estacionalidad.

c) Industria Intermedia

Existe una industria intermedia que vende el producto en fresco, deshidratado y pasta, que procura realizar agricultura por contrato, ellos van al campo a buscar el producto, tienen establecido un precio justo según contrato por todo el ciclo productivo, al año son 1.8 ciclos. Pagan en promedio \$11.00/Kg.

d) Industria Salsera

Existen alrededor de 15 industrias salseras, de las cuales 3 tienen sus propias zonas de producción para abastecerse de materia prima y las otras compran a productores de todo el Estado, en la Casa del Pueblo, en el Mercado de Oxutzcab y a la industria intermedia.

e) Restaurantes, Hoteles y Tiendas de Autoservicios

Compran principalmente en la Casa del Pueblo y en el Mercado de Oxkutzcab.

f) Información de contratos entre los eslabones de la cadena

Únicamente 7 Sociedades de Producción rural tienen contratos con la industria intermedia, en la que por ciclo fijan un precio de venta, siendo aproximadamente de \$11.00/Kg de primera y 7.00 el kilogramo de segunda (PADYSA. 2011).

g) Producción que se va a proceso de transformación

El 70% de la producción de chile habanero se comercializa como fruto fresco, el 25% restante se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados y el 3% para la obtención de Semilla (SAGARPA, 2010).

Consumo final

a) Consumidor final nacional

Se refiere a lo que se va a otros estados de la República. En este sentido se observa que el estado de Yucatán es el principal proveedor de chile habanero en la Central de Abastos de México, D.F. Asimismo, la mayor comercialización del producto se realiza en el Mercado de Oxtutzcab y en algunos casos es vendida a comercializadores nacionales con sede en México, D.F., principalmente.

Con respecto al chile habanero procesado, principalmente el destino final es Estados Unidos, esto es, mediante comercializadores internacionales (brokers), actualmente existen ventas a países asiáticos del producto como producto fresco de primera calidad y en pasta.

b) Consumidor final externo

Culturalmente es bien conocido en el mundo que una de las costumbres que caracterizan a la nacionalidad mexicana, es el alto consumo de productos picantes y el chile habanero caracteriza a Yucatán y en general a esta región del Sureste de México como una de las de mayor consumo de alimentos picantes.

Debido a esta costumbre y al consumo per cápita, es bastante alto en la población mexicana, hace que este producto tenga una gran demanda en los mercados internacionales, sobre todo en aquellas regiones del extranjero donde habitan inmigrantes de origen mexicano, latino y especialmente

caribeño, pues la comida mexicana y las cadenas de restaurantes de este tipo de productos ubicados en dichas regiones los solicitan en cantidades industriales.

Es bien sabido, que el consumo de picante, más que una costumbre, se convierte en una adicción positiva, pues no causa daños permanentes al organismo humano, sino que estimula una mayor circulación sanguínea e induce al apetito, por lo que, las personas que acostumbran a consumirlo, lo procuran siempre y están dispuestas a pagar el precio que sea necesario por él, en cualquier país en el que se encuentren.

4.5 Modelo de la Cadena de Chile Habanero Yucateco

4.5.1 Variables del sistema de simulación

A continuación se muestran las variables de entrada, proceso y salida del sistema de simulación a realizar

Tabla. 4. Variables de entrada al sistema para la simulación de la cadena de suministro del chile habanero yucateco

Variables de entrada al sistema para la simulación			
	Productor	Mayorista/Traider o ACopiador	Procesadores
	• Toneladas de chile producidas mensualmente por municipios • Ciclos de producción • Cantidad de Chile desperdiciado mensualmente • Probabilidad de salida del cultivo • Numero de productores por municipios • Tasa de producción del terreno por municipios • Función y cantidad de acopiadores • Destino del chile • Mano de obra empleada	• Demanda mensual de chile en toneladas • Toneladas de chile recibidas mensualmente • Cantidad de centros mayoristas • Origen de los proveedores • Destino del Chile • Mano de obra empleada • Capacidad	• Demanda mensual del chile en toneladas • Cantidad de empresas procesadoras • Portafolio de productos • Destino de los productos (Mercado) • Origen de los proveedores • Cantidad de Chile desperdiciado mensualmente
	TRANSPORTE		
	• Características del medio de transporte • Capacidad mensual • Origen y Destino • Mano de obra empleada • Cantidad de chile desperdiciado mensualmente • Volúmenes despachados mensualmente		

La definición de cada actor conlleva la definición de restricciones. El sistema de transporte tendrá limitantes de acuerdo a la capacidad, tiempo de entrega, calidad y costos. Estas restricciones impiden que las variables puedan tomar valores irreales. En la figura se muestran algunas de las variables de relación y salida consideradas en el modelo.

Programas como el VENSIM®, reducen el trabajo de modelado y programación de simulaciones, obrando en modo gráfico con figuras que representan variables, formulas, conectores, haciendo más intuitivo el diseño de modelos complejos en la computadora. Dentro de las ventajas que resultan del empleo de la simulación en la prospectiva, se encuentran las siguientes:

- Recrea las condiciones reales del problema.
- Aumenta la comprensión del problema.
- Permite agilizar la construcción y validación de escenarios.
- Una vez creado el modelo, se podrán realizar infinitudes de experimentos.
- Es lo más cercano al modelo real.

Tabla. 5. Variables de proceso y salida al sistema para la simulación de la cadena de suministro del chile habanero yucateco

Variables de proceso y salida del sistema de simulación			
	Municipio	Central de abastos	Empresas productoras
	• Productividad mano de obra • Cantidad en toneladas de chile despachado • Mano de obra empleada	• Cantidad de chile recibido • Cantidad de chile vendido • Cantidad de chile desperdiciado • Capacidad de almacenamiento	• Producto ofrecido • Cantidad de chile demandadas • Productividad mano de obra • Capacidad de producción • Cantidades ofrecidas
Transporte • Capacidad • Cantidad de chile transportado • Mano de obra empleada			

4.5.2 Modelo de redes de la cadena de chile habanero yucateco

El diagrama de redes para la cadena del chile habanero está compuesto por el productor, las asociaciones o cooperativas, los acaparadores (mayoristas o minoristas) y el procesador industrial. A continuación se muestran las variables empleadas para el diagrama de redes (cada una de ellas definida como constante mediante un valor o fijo, o variable, empleando una fórmula de relación).

Tabla 6. Variables Productor

Variable	Abreviatura	Valor o Formula
Hectáreas cosechadas	Total No. Has	423
Toneladas por hectárea	Ton ha	Distribución normal (15,3)
Producción Promedio	Prod. Prom.	Total No. Has * Ton ha
Capacidad	Capacidad	Total No. Has * 11
Producción	Producción	Si la producción promedio es menor a la capacidad, producción= prod. Prom., si no es igual a la capacidad
Porcentaje de desperdicio del productor	Porc desperdicio productor	20%
Jornal por hectárea	Jornal por ha	80
Mano de obra por hectárea	MO por ha	2
Jornal por mano de obra	Jornal por MO	Jornal por ha/MO por ha
Costo del jornal	Costo del Jornal	120
Costo de Mano de Obra	Costo MO	Costo Jornal*Jornal por MO
Mano de obra contratada	MO Contratada	MO por ha*Total No. Has
Costo Total de Mano de Obra	CT M de O	Costo MO * MO Contratada
Gasto Operacional por hectárea	GO por Ha	8940
Hectáreas sembradas	Has sembradas	351
Gasto operativo	Gasto Operativo	GO por ha *Has sembradas
Costo de insumos por hectárea	Costo Ins por Ha	20 100
Costo total del	CT Productor	CT Insumos+CT M de O +Gasto operativo

productor		
Toneladas vendidas	Ton vendidas	Producción *(1-Porc Desperdicio Productor)
Precio por tonelada	Precio por Ton	16870
Ingreso Total del productor	Ingreso Productor	Precio por Ton*Ton Vendidas
Utilidad del Productor	Utilidad Productor	Ingreso productor- CT Productor

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Variables Asociación

Variable		Abreviatura	Valor o Formula
Porcentaje de compra Asociación		Porc compra aso	60%
Ton compradas asociación		Ton Comp Aso	Ton vendidas*Porc compra aso
Mano de obra por tonelada		MO por Ton	2
Mano de obra contratada		Mano de obra contratada	MO por Ton * Ton Comp Aso
Costo unitario de Mano de Obra		CU Mano de obra	120
Costo total de Mano de obra		CT MO	Mano de obra contratada *CU de Mano de Obra
Porcentaje de desperdicio de la asociación		Porc Desperdicio Asociación	5%
Toneladas Transportadas con éxito		Ton Trans Éxito	Ton Comp Aso * (1-Porc Desp Asociación)
Precio por tonelada vendida		Precio por Ton vendida	20244
Ingreso Total asociación		IT Asociación	Precio por Ton vendida * Ton Transp. Éxito
Porcentaje de gasto operacional asociación		Porc GO Aso	10%
Gasto operacional		GO Asociación	IT Asociación * Porc de GO Aso
Costo por tonelada de producción		Costo Ton Prod	16870

Costo Total asociación	CT Asociación	Costo ton proa*Ton Comp Aso
Costo Fijo asociación	CF Asociación	67480
Utilidad de la Asociación	Utilidad Asociación	IT Asociación – (CT MO + GO Asociación + CF Asociación + CT Asociación)

Tabla 8. Variables Mayorista

Variable	Abreviatura	Valor o Formula
Porcentaje de compra Mayorista	Porc compra may	35%
Ton compradas Mayorista	Ton Comp May	Ton vendidads*Porc compra may
Costo de transporte por tonelada	Costo Transp por Ton	700
Costo por Ton de chile	Costo por tonelada	16870
Costo total del transporte	CT Transporte	Ton Comp May *Costo Transp por Ton
Costo total de producción	CT Prod	Ton Comp May *Costo por tonelada
Costo de Mano de obra	C MO	350
Mano de obra por tonelada	MO Ton	2
Mano de obra contratada	MO Cont	MO Ton*Ton Comp May
Costo Total de mano de obra	CTMO	C MO* Ton Comp Mat
Costo total del mayorista	CT Mayorista	CT Prod + CT MO+ CT Transporte
Desperdicio del mayorista	Desperdicio Mayorista	5%
Cantidad vendida por los mayoristas	Cantidad Vendida	Ton Comp May * (1- Desperdicio Mayorista)
Precio de venta agroindustria	Precio de venta agro	22 000
Precio de venta minorista	Precio de venta min	28 000
Costo fijo mayorista	CF Mayorista	350000
Ingresos Totales mayoristas	IT Mayorista	Cantidad Vendida *Precio de Venta agro+0.9+ Cantidad Vendida+ Precio de venta min*0.1
Utilidad del mayorista	Utilidad del mayorista	IT Mayorista-CT Mayorista-CF mayorista

Tabla 9. Variables modelo de simulación minorista

Variable	Abreviatura	Valor o Formula
Porcentaje de compra a productor	Porc compra min 1	5%
Porcentaje de compra a mayorista	Porc compra min 2	15%
Ton de chile fresco compradas	Ton compradas en fresco min	Ton vendidas * Porc compra min 1 + Cantidad vendida * Porc compra min 2
Porcentaje de desperdicio minorista	Porc desperdicio min	5%
Chile fresco vendido	Chile fresco vendido	Porc desperdicio min+ Ton compradas en fresco min

Tabla 10 Variables del modelo de simulación Procesador Industrial

Variable	Abreviatura	Valor o Formula
Porcentaje de compra industria asociación	Porc compra ind. Aso	100%
Porcentaje de compra industria Mayorista	Porc compra ind. May	85%
Desperdicio de la industria	Desperdicio Ind.	2%
Toneladas de materia prima	Ton de MP	(Cantidad Vendida * Porc Compra ind may + Ton Transp Éxito * Porc compra ind aso) * (1-Desperdicio Ind.)
Porcentaje de chile para puré	Porc puré	25%
Chile para puré	Puré	Porc puré * Ton de MP
Rendimiento del chile en puré	Rend chile en puré	59%
Puré procesado	Puré procesado	Puré * Rend chile en puré
Precio por tonelada de puré	Precio por ton puré	2150
Ingreso por puré	Ingreso por puré	Precio por ton puré * Puré procesado
Porcentaje de costo operacional puré	Porc CO Puré	80%

Costo y gasto operacional en puré	Cto y Gto Oper Puré	Ingreso por puré*Porc CO Puré
Porcentaje de chile para salsa	Porc salsa	65%
Chile para salsas	Salsas	Porc salsa * Ton de MP
Rendimiento del chile en salsa	Rend chile en salsa	59%
Salsa procesada	Salsa procesada	Salsas *Rend chile en salsa
Precio por tonelada de salsa	Precio por ton salsa	84508
Ingreso por salsa	Ingreso por salsa	Precio por ton salsa *Salsa procesada
Porcentaje de costo operacional de salsa	Porc CO salsa	80%
Costo y Gasto operacional en salsa	Cto y Gto Oper salsa	Ingreso por salsa* Porc CO salsa
Porcentaje de chile para chile seco	Porc seco	10%
Chile para chile seco	Seco	Porc seco * Ton de MP
Rendimiento del chile en salsa	Rend chile seco	59%
Seco procesado	Seco procesado	Seco *Rend chile seco
Precio por tonelada de seco	Precio por ton seco	270 000
Ingreso por seco	Ingreso por seco	Precio por ton seco *Seco procesado
Porcentaje de costo operacional de seco	Porc CO seco	80%
Costo y Gasto operacional seco	Cto y Gto Oper seco	Ingreso por seco* Porc CO seco
Costo y Gasto operacional de la industria	Cto y Gto Oper Ind	Σ (Cto y Gto Oper Subproducto)
Ingreso total industria	Ingreso Total Ind.	Σ (Ingreso por Subproducto)
Costo fijo industria	CF Industria	300 000 000
Utilidad industria	Utilidad Industria	Ingreso Total Ind. – Cto y Gto Oper Ind.

La red completa de relaciones se muestra con las siguientes Figuras

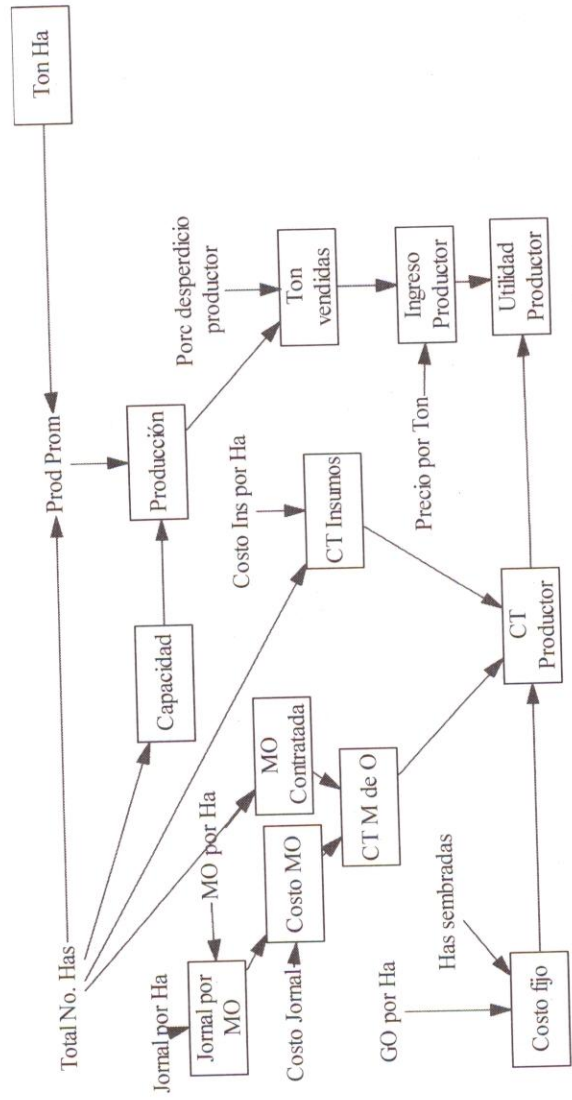


Figura 4.5.1 Modelo de red, actor productor



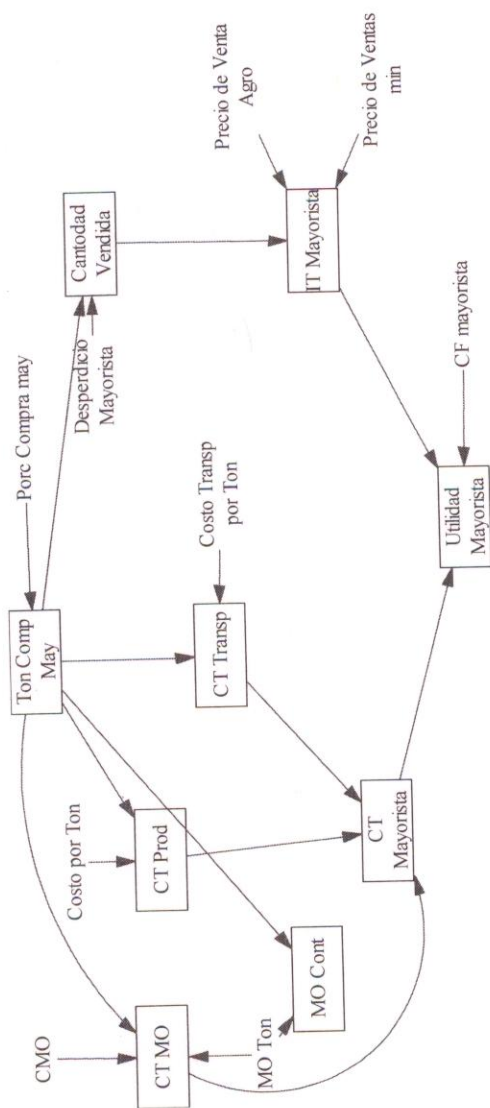


Figura 4.5.3 Modelo de red, actor mayorista

4.6 Simulación y Análisis de Escenarios

Una vez simulada la cadena se obtienen datos de resultados bases para el cálculo del Margen Bruto de Comercialización (MBC), donde se toma el precio pagado por tonelada al productor, que para este caso es de \$16,870/Ton.

Para el precio pagado por el consumidor, se presenta una disyuntiva, puesto que el consumidor adquiere varios subproductos derivados del chile, y una pequeña proporción para el consumo en fresco. Para facilitar su cálculo, se toma entonces como precio pagado por el consumidor, el precio ponderado de cada uno de los subproductos del chile, como se muestra a continuación:

Tabla 11. Precio ponderado consumidor (Cadena de Chile Habanero)

Subproducto	Porcentaje	Precio(\$/ton)	Ponderación
Pure	25%	65000	16250
Salsa	65%	84500	54925
Seco	10%	270000	27000
Fresco	70%	28000	19600
			117775

Fuente: Sistema Producto Chile Yucatán

Según los cálculos, el precio pagado por el consumidor asciende a \$117,775/Ton., entonces, el margen Bruto de Comercialización será de 86%. Este indicador muestra que, por cada peso que paga el consumidor, 86 centavos son ingresos del proceso de intermediación, las cuales se distribuyen entre la cadena.

Este margen resulta sorprendentemente alto, e indica que la cadena del chile es lo suficientemente competitiva como para insistir en su consolidación.

También podríamos realizar este análisis sólo con el producto en fresco, para ello tomaremos el precio por tonelada pagada por el consumidor, que asciende a \$28000/Ton. Calculando de nuevo, tenemos que $MBC = 40\%$.

Por cada peso que paga el consumidor, 40 centavos son del proceso de intermediación. Ambos valores son altos sin embargo genera mayor valor agregado el chile procesado que fresco.

En la Tabla 12 se muestra un resumen de los MBA (Margen Bruto de Comercialización por Actor) hallados por cada actor de la cadena productiva del chile.

Tabla 12. Márgenes Bruto de Comercialización por Actores de la cadena productiva del chile

ACTOR	PRECIO DE COMPRA	PRECIO DE VENTA	MBA
ASOCIACION	11000,00	12000	8,3%
MAYORISTA	11000,00	12000	8,3%
AGROINDUSTRIA	12000,00	98175	87,8%
MINORISTA	11000,00	28000	60,7%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, de los actores participantes en la cadena del chile, la asociación y el mayorista son los actores que generan el más bajo valor agregado, ya que por cada peso que recibe en su proceso de venta, sólo 0.083 centavos son entradas de dinero generadas por el proceso de intermediación. Por otro lado, quien más recibe ganancias en la cadena productiva es la agroindustria, puesto que por cada peso recibido, 87.8 centavos son ingresos captados del proceso.

Los datos anteriores presentan información adicional sobre la cadena estudiada y permiten interpretar mucho mejor el análisis de escenarios futuros.

Aunque son muchos los escenarios que pueden resultar de la combinación de variables, en este documento se proponen cinco escenarios, tres referidos al productor, dos a la agroindustria y uno a los intermediarios (mayorista y asociación), acompañados cada uno de sus respectivos análisis.

4.6.1 Aumento y disminución de las hectáreas cosechadas

En este escenario, se considerará el aumento y la disminución de las hectáreas de chile cosechadas por municipio, lo cual puede resultar, en el caso de un incremento, a un incentivo por parte del gobierno local o de alguna ONG al cultivo del chile habanero, mientras que la disminución puede obedecer a un incremento en las enfermedades que afectan el cultivo; luego se medirá su influencia en las variables de producción y del nivel de utilidad del productor, las asociación, el mayorista y el procesador industrial.

Se tomará como valor inicial de las hectáreas cosechadas (Ver Tabla 13), el valor de 2904.1 Ha que, según datos del SIAP de junio de 2010 representa el valor real para el año 2010 y a partir de este valor, se realizan aumentos y disminuciones constantes de 30 hectáreas.

Tabla 13. Valores parámetros para la simulación

Hectáreas cosechadas	2904.1
Variación hectáreas	30
Rendimiento	17

El resumen de la simulación se presenta en las siguientes tablas 14 y 15:

Tabla 14. Incrementos y disminuciones de las hectáreas cosechadas para la cadena productiva del chile habanero

<i>Incrementos</i>	<i>Disminuciones</i>
2934.1	2904.1
2964.1	2874.1
2994.1	2844.1

Tabla 15. Resumen de la variación de las hectáreas cosechadas en la cadena de chile habanero

Variación	Hectáreas cosechadas	Producción	Utilidad			
			Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
-	2904.1	-8.81%	-8.81%	-8.81%	-8.81%	-8.81%
	2874.1	-5.87%	-5.87%	-5.87%	-5.87%	-5.87%
	2844.1	-2.94%	-2.94%	-2.94%	-2.94%	-2.94%
Real	2904.1	-	601306240	8245888	84020175	4432355016
+	2934.1	2.94%	2.94%	2.94%	2.94%	2.94%
	2964.1	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%
	2994.1	8.81%	8.81%	8.81%	8.81%	8.81%

A partir de los valores de la tabla de variaciones, y con el ánimo de contar con un indicador que informe acerca de cómo se ven afectadas las variables dependientes (aquellas que se presentarán variaciones en el modelo, tales como la producción del productor, la utilidad del productor, del mayorista, de la asociación y de la agroindustria en este escenario), ante una variación de variables independientes (hectáreas cosechadas), se calculará la razón de elasticidad

Por ejemplo, para hallar la elasticidad de la utilidad del productor, basta con tomar de la tabla de porcentajes los valores correspondientes a la variación de la utilidad del productor y la variación de las hectáreas cosechadas (ambas de -2.94%).

Aplicando la fórmula:

$$\text{Elasticidad de utilidad del productor: } -2.94/-2.94 = 1\%$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados de la elasticidad para cada una de las variables consideradas.

Tabla 16. Elasticidades de las variables dependientes con respecto a las hectáreas cosechadas

Variación	Producción	Utilidad			
	Productor	Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
Disminución	1	1.41	1.49	1.05	1.07
	1	1.41	1.49	1.05	1.07
	1	1.41	1.49	1.05	1.07
Incremento	1	1.41	1.49	1.05	1.07
	1	1.41	1.49	1.05	1.07
	1	1.41	1.49	1.05	1.07

Puede observarse que cada una de las elasticidades (producción del productor, utilidad del productor, del mayorista, de la agroindustria y de la asociación) se comporta de forma directamente proporcional con la variación de las hectáreas cosechadas.

Por otro lado, todas las elasticidades tienen comportamiento elástico, presentando un mayor nivel de elasticidad la variable utilidad del productor.

4.6.2 Aumento y disminución del rendimiento por hectárea

En este escenario se considera el aumento y la disminución del rendimiento en toneladas del chile por hectárea cosechada. Estos incrementos pueden deberse a mejoras en las técnicas de cultivo (tecnificación del cultivo) gracias a capacitaciones a los agricultores en:

- Siembra tecnificada
- Selección de terrenos
- Utilización de fertilizantes
- Mantenimiento (poda y recorte)

Las disminuciones pueden presentarse por no aplicar tratamiento del cultivo y/o por descuido en el control de plagas que afecten la producción.

Se tomará como valor inicial de las rendimientos por cultivo, el valor de 17 Ton/ha, valor real para el año 2010 y a partir de este, se realizan aumentos y disminuciones constantes del rendimiento en un porcentaje del 10%.

Tabla 17. Parámetros para la simulación

Rendimiento (producción/Ha)	17
Variación	10%

En las tablas 18 y 19, se muestra el resumen de la simulación.

Tabla 18. Incrementos y disminuciones de los rendimientos (Ton/ha) en la cadena del chile habanero

Incrementos	Disminuciones
18.7	15.3
20.4	13.6
22.1	11.9

Al igual que en el escenario anterior, se halla la tabla de porcentaje de variación, quedando de la siguiente manera:

Tabla 19. Resumen de la variación de los rendimientos (Ton/ha) en la cadena del chile habanero

Variación		Hectáreas cosechadas	Producción Productor	Utilidad			
				Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
-	11.9	-30%	-30%	-45.2%	-43%	-31%	-32%
	13.6	-20%	-20%	-30.1%	-29%	-21%	-21%
	15.3	-10%	-10%	-15.1%	-14%	-10%	-11%
Real	2904.1	-	17.374	691796000	9409948	92387130	4881912449
+	18.7	10%	10%	15.1%	14%	10%	11%
	20.4	20%	20%	30.1%	29%	21%	21%
	22.1	30%	30%	45.2%	43%	31%	32%

Calculando la tabla de elasticidades, teniendo en cuenta que la variable independiente en este caso corresponde al rendimiento por hectárea y las dependientes son la producción del productor, y las utilidades del productor, el mayorista, la asociación y la agroindustria, el resultado se puede observar en la Tabla 20

Tabla 20. Elasticidades de las variables dependientes con respecto a los rendimientos (Ton/ha) en la cadena productiva del chile habanero yucateco

Variación	Producción Productor	Utilidad			
		Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
Disminución	1	1.51	1.43	1.04	1.06
	1	1.51	1.43	1.04	1.06
	1	1.51	1.43	1.04	1.06
Incremento	1	1.51	1.43	1.04	1.06
	1	1.51	1.43	1.04	1.06
	1	1.51	1.43	1.04	1.06

Como se puede observar en la tabla 20, la variable que mayor elasticidad presenta es la utilidad del productor, ya que cuando aumenta o disminuye el rendimiento por hectárea en 1%, la utilidad del productor aumenta o disminuye en una proporción mayor (1.51%). Las variables de producción del productor reporta una elasticidad unitaria, es decir, cuando se incrementa el rendimiento en 1%, su valor también lo hacen en el mismo porcentaje.

4.6.3 Aumento y disminución del desperdicio

En este escenario, ahora se considera el aumento y la disminución del porcentaje de desperdicio en toneladas de chile por hectárea cosechada. Las disminuciones en el porcentaje de desperdicio, al igual que en el caso anterior, pueden obedecer a incrementos en la tecnificación del chile habanero, así como a la mejora de las vías de acceso a las zonas de producción. El aumento puede presentarse en el caso de descuido de los cultivos y/o empeoramiento de las vías de acceso a causa de lluvias, por ejemplo.

Se tomará como valor inicial de porcentaje de desperdicio el valor de 40%, resultado de las encuestas realizadas a productores, y a partir de este porcentaje, se realizan aumentos y disminuciones constantes 10% en el desperdicio.

Tabla 21. Valores parámetros para la simulación: Incrementos y disminuciones del desperdicio del productor en la cadena productiva del chile habanero

Desperdicio	40
Variación	10%

En las siguientes tablas, se muestra el resumen de la simulación.

Tabla 22. Incrementos y disminuciones del desperdicio del productor en la cadena productiva del chile habanero

Incrementos	Disminuciones
50%	30%
60%	20%
70%	10%

Tabla 23. Resumen de la variación del desperdicio del productor

Variación		Hectáreas cosechadas	Producción vendida Productor	Utilidad			
				Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
-	10%	-75%	50%	75.3%	71.3%	52.2%	53%
	20%	-50%	33.3%	50.2%	47.5%	34.8%	35.4%
	30%	-25%	16.7%	25.1%	23.8%	17.4%	17.7%
Real	40%	-	10.424	691796000	9409948	92387130	4881912449
+	50%	25%	-16.7%	-25.1%	-23.8%	-17.4%	-17.7%
	60%	50%	-33.3%	-50.2%	-47.5%	-34.8%	-35.4%
	70%	75%	-50%	-75.3%	-71.3%	-52.2%	-53%

Ahora se calcula la tabla de elasticidades teniendo en cuenta que para este escenario, la variable independiente es el porcentaje de desperdicio del productor, y las dependientes son la producción vendida por del productor, y las utilidades del productor, el mayorista, la asociación y la agroindustria:

Tabla 24. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de desperdicios del productor

Variación	Producción venta Productor	Utilidad			
		Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
Disminución	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71
	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71
	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71
Incremento	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71
	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71
	-0.7	-1	-0.95	-0.70	-0.71

La tabla anterior, muestra un comportamiento diferente que los anteriores, ya que los valores de las elasticidades son negativos, esto indica una relación inversamente proporcional entre las variables dependientes y la independiente. Según estos datos, la variable dependiente que más se afecta con las variaciones en los porcentajes de desperdicio del productor es la utilidad del productor, ya que, existe una relación inversamente proporcional entre dos variables, cuando al aumentar una de ellas, la otra disminuye. Cuando disminuye el porcentaje de desperdicio en un 1%, la utilidad del productor se incrementa en 1%, y viceversa. Las restantes variables presentan un comportamiento inelástico, pero por debajo de la antes analizada.

Hasta ahora se han analizado tres escenarios, en los que se ha variado las hectáreas cosechadas, el rendimiento por hectárea y el desperdicio, y en cada uno de ellos se han analizado los impactos que éstos han causado en la utilidad de cada actor de la cadena. En la siguiente tabla se aprecia las elasticidades por cada escenario simulado, destacándose que la variación de las hectáreas cosechadas como del rendimiento tiene un impacto muy

similar sobre las utilidades de productor, asociación, mayorista y agroindustria, sin embargo, dicho impacto es superior al causado por la variación de los desperdicios.

Tabla 25. . Elasticidades vs. Escenarios simulados productor en la cadena productiva del chile habanero

Tipo de variación/Escenario	Utilidad			
	Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria
Hectáreas cosechadas	1.41	1.49	1.05	1.07
Rendimiento (Ton/Ha)	1.51	1.43	1.04	1.06
Desperdicio	-1	-0.95	-0.7	-0.7

4.6.4 Aumento en el porcentaje de compra del mayorista

Hasta ahora no se ha tenido en cuenta el efecto que en el empleo puede presentarse el variar alguna de las variables de las que éste depende. Para este caso, se ha diseñado un escenario en el que se aumenta el porcentaje de compra por parte del mayorista, disminuyendo el porcentaje que adquiere la asociación (que según las encuestas realizadas a productores, es quien compra mayor cantidad de producto a los productores). El porcentaje de compra de los minoristas no se varía. La razón del incremento en el porcentaje de compra, es la mayor presencia de los mayoristas, que disminuya el poder de compra de las asociaciones. Las demás variables permanecerán constantes.

Tabla 26. Valores parámetros para la simulación: Incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena del chile habanero

Porcentaje Compra Asociación	60%
Porcentaje Compra Mayorista	35%
Porcentaje Compra Minorista	5%

En la siguiente tabla (Tabla 27), se muestra un resumen de los incrementos efectuados al porcentaje de compra del mayorista, acompañado de la disminución en el porcentaje de compra de la asociación.

Pudo haberse aumentado el porcentaje de compra de la asociación, sin presentarse ninguna variación en el análisis final.

Tabla 27. Incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena productiva del chile habanero

Porcentaje Compra Asociación	Porcentaje Compra Mayorista
55%	40%
50%	45%
45%	50%

Cabe anotar que en este caso sólo se simulara las variaciones en los porcentajes de compra de los mayoristas y de la asociación, por lo tanto, el porcentaje de compra del minorista permanece constante e igual a 5% del total de la producción vendida por el productor. Las tablas de resumen de los aumentos en el porcentaje de compra del mayorista y la elasticidad se muestran a continuación:

Tabla 28. Resumen de los incrementos de los porcentajes de compra del mayorista en la cadena de chile habanero

Variación		Porcentaje compra mayorista	Empleados Asociación	Empleados Mayoristas	Utilidad Asociación	Utilidad Mayorista	Utilidad Total
Real	35%	-	11423.40	6663.65	12245887.89	88020175.05	100266063
Incremento	40%	14.3%	-8.3%	14.3%	-12.4%	15%	12.5%
	45%	28.3%	-16.7%	28.3%	-24.8%	29.9%	25%
	50%	42.9%	-25%	42.9%	-37.1%	44.9%	37.6%

Tabla 29. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de compra del mayorista en la cadena productiva del chile habanero

Variación	Empleados Asociación	Empleados Mayoristas	Utilidad Asociación	Utilidad Mayorista	Utilidad Total
Incremento	-0.583	1	-0.866	1.048	0.877
	-0.583	1	-0.866	1.048	0.877
	-0.583	1	-0.866	1.048	0.877

Como puede comprobarse en la tabla 29, las variables de empleo y utilidad de la asociación, presentan dos cualidades importantes: primero que responden en un proporción inversa a los incrementos de la compra de producción del mayorista, y segundo, su elasticidad es inelástica: al aumentar el porcentaje de compra del mayorista en un 1%, estas variables disminuyen en un porcentaje inferior a dicho incremento (-0.583% y -0,866%, respectivamente). Cabe resaltar que, aunque la suma de las utilidades del mayorista y del asociado aumenta, la proporción de incremento es inferior al incremento en el porcentaje de compra del mayorista.

4.6.5 Variaciones en el porcentaje de destino del chile habanero en a la transformación en puré o pasta, salsa y chile seco o deshidratado

En este escenario se mostrarán incrementos en la destino del chile en fresco en la industria a la obtención del puré o pasta de chile habanero. Se utilizará un incremento del 5%. Para ello es necesario disminuir el mismo nivel a uno o varios de los subproductos contemplados en el modelo.

Se iniciará mostrando la distribución actual del chile en fresco para la obtención de estos subproductos:

Tabla 30. Valores parámetros para la simulación: Incrementos de los porcentajes de puré o pasta de chile habanero

Porcentaje de puré o pasta	60%
Porcentaje de salsa	30%
Porcentaje de chile seco o deshidratado	10%

En este escenario, se incrementará el porcentaje de destinación de chile en fresco para obtención de pasta o puré en un 5% y se disminuirá el porcentaje destinado a salsa en 5%, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31. Incrementos de los porcentajes de destino del chile habanero en fresco para obtención de puré o pasta

Porcentaje aumento puré o pasta	Porcentaje disminución salsa
60%	30%
65%	25%
70%	20%
75%	15%

Analizando este escenario en el simulador, se obtienen los siguientes resultados (Ver tabla 32):

Tabla 32. Resumen del incremento de los porcentajes de chile habanero en fresco para obtención de pasta o puré

Variación		Porcentaje	Utilidad pasta o puré	Utilidad salsa	Utilidad Total
Real	60%	-	3427342593	236247353	4432355016
+	65%	8.3%	8.3%	-20%	5.4%
	70%	16.7%	16.7%	-40%	10.8%
	75%	25%	25%	-60%	16.1%

Tabla 33. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al incremento de los porcentajes de chile habanero en la obtención de pasta o puré

Variación	Utilidad puré o pasta	Utilidad Salsa	Utilidad Total
Incremento	1	-2.4	0.65
	1	-2.4	0.65
	1	-2.4	0.65

Como se observa, al incrementar el porcentaje de toneladas de chile para la obtención de puré o pasta, se presenta una disminución en el nivel de utilidad recibida por parte de la salsa (con valor de elasticidad de -2.4), sin embargo la utilidad total de la industria (que es igual la sumatoria de las utilidades por cada subproducto) reporta un conducta directamente proporcional al incremento de pasta o puré obtenidos, aunque su elasticidad es de comportamiento inelástico.

Otro escenario que se someterá al análisis es aquel en el que se incrementa el porcentaje de chile fresco para obtener chile seco, disminuyendo en la misma proporción el destinado a la obtención de puré o pasta. Resulta importante analizar este escenario, ya que el puré y el chile seco son los subproductos con el mayor valor por tonelada. La disminución se mantendrá en el 5%. En la siguiente tabla se resumen los resultados:

Tabla 34. Incrementos de los porcentajes de destinación de chile habanero en fresco para obtención de chile seco

Porcentaje disminución puré o pasta	Porcentaje aumento chile seco
60%	5%
55%	10%
50%	15%
45%	20%

Siguiendo los mismos pasos en las simulaciones anteriores, a continuación presentamos las tablas de porcentajes de variación y de elasticidades (Ver Tablas 35 y 36).

Tabla 35. Resumen del incremento de los porcentajes de chile habanero en fresco para obtención de chile seco

Variación		Porcentaje	Utilidad pasta o puré	Utilidad chile seco	Utilidad Total
Real	5%	-	3427342593	468290433	4432355016
+	10%	100%	-8.3%	100%	4.1%
	15%	200%	-16.7%	200%	8.2%
	20%	300%	-25%	300%	12.4%

Tabla 36. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al incremento de los porcentajes de chile habanero en la obtención de chile seco

Variación	Utilidad puré o pasta	Utilidad chile seco	Utilidad Total
Disminución	-0.083	1	0.041
	-0.083	1	0.041
	-0.083	1	0.041

Se puede observar que al incrementar el porcentaje de chile para la obtención de chile seco o deshidratado en 1%, la utilidad del puré o pasta se reduce 0.083%; sin embargo, la utilidad se incrementa en 0.041%. Esto se debe a que la elasticidad de la utilidad del chile seco es unitaria e incrementa en la misma proporción en que aumenta el porcentaje de destino del chile habanero a la producción de chile seco.

En la tabla siguiente se resume los resultados obtenidos con respecto a la variable utilidad de la industria, ante el incremento del porcentaje de chile fresco en la obtención de pasta o puré y chile seco o deshidratado.

Tabla 37. Elasticidades vs. Escenarios simulados agroindustria en la cadena productiva del chile habanero yucateco

Tipo de variación/Escenarios	Utilidad de la pasta o puré	Utilidad de la salsa	Utilidad del chile seco	Utilidad total
Porcentaje Pasta o puré	1.00	-2.4	0	0.65
Porcentaje chile seco	-0.08	0	1	0.041

Según los resultados, obtiene un mayor peso sobre la utilidad de la agroindustria la variación en el porcentaje de chile en fresco para la obtención de pasta o puré que el destino de la misma proporción en obtención de chile seco. Sin embargo, ambos valores afectan positivamente la utilidad.

Cabe anotar que dichos análisis no son los únicos que pueden realizarse en este encadenamiento productivo, sin embargo estos se consideran los más apropiados a la información suministrada por cada actor. Se abre la posibilidad para otros estudios similares la indagación de otras formas de modelamiento, de modo que sirvan como complemento a la información aquí plateada.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones relativas a los objetivos específicos y al general

A continuación se establecen las conclusiones relacionadas a la cadena del chile habanero yucateco tomadas de la caracterización de los actores, la simulación del modelo y del análisis de escenarios:

En Yucatán, el cual se paga al productor a un precio de \$110 pesos el atado de 9 kg., (es decir, \$12.23 el kilogramo), lo que no es atractivo para ellos.

Las asociaciones de cultivadores de chile, han surgido como una fuente importante de reactivación de la venta del chile en el estado, por encima de los mayoristas; algo que corrobora esta información es el hecho que en tiempo de cosecha, las asociaciones aglomeran cerca del 60% de la producción total de chile. Entre una de las ventajas que brinda la asociación a los cultivadores, son las capacitaciones para la tecnificación y manejo poscosecha del chile habanero, así como un nivel competitivo de precio de compra de la producción.

El sector de la agroindustria en Yucatán a pesar de ser antigua con la producción de salsas que data de casi 100 años, aún se encuentra rezagada.

Sin embargo, es este el actor al interior de la cadena productiva que genera el mayor valor agregado, es por ello que sugiere estudiar este comportamiento más detallado y realizar estudios de factibilidad para la implementación de un mayor número de plantas procesadoras de forma que los productores hagan parte de las mismas para que se puedan beneficiar de las altas ganancias que estas arrojan.

En cuanto al análisis de los escenarios de simulación aquí presentados, vale la pena resaltar que, en el nodo de productor, resulta más importante centrar los esfuerzos en lograr un aumento de los rendimientos y/o de las hectáreas cosechadas, puesto que permitiría incrementar las utilidades en cada uno de los actores en una proporción mayor al incremento de las mismas.

Por parte del mayorista, es importante señalar que centrar sus esfuerzos en incrementar la cuota de producción comprada les genera un incremento en una proporción mayor de sus utilidades, lo mismo sucede para la asociación, por lo tanto se espera que ellos mantengan una guerra por alcanzar una cuota de mercado más alta.

Por parte de la agroindustria, cabe resaltar que destinar mayor cantidad de de chile en fresco para la obtención de pasta o puré les resulta más rentable que destinarla a la producción de una mayor cantidad de chile seco, es por ello que se recomienda a la agroindustria que siga en su proceso de incremento de la producción de puré o pasta de chile.

Debido a las características organolépticas del chile y debido a nuestra cercanía al mercado más grande del mundo, EE.UU., se puede presentar la oportunidad de exportarse puré o pasta, siempre y cuando se impulse la siembra tecnificada.

La agroindustria debe ser más equitativa en los precios pagados a los productores, porque en estos momentos está limitando el crecimiento de éstos. Se plantea como solución el establecimiento de pequeñas plantas procesadoras para la producción de salsas, purés o pastas y chiles secos por parte de los productores.

Además, este trabajo podría orientar la competitividad de la producción agroindustrial así como para marcar un precedente en este tipo de industria.

Ofrecería un ejemplo de metodología para otros productos agroindustriales con impacto nacional e internacional semejantes al chile habanero. Se esperaría que los resultados sirvieran para la toma de decisiones a nivel estatal para fomentar un mayor estudio del área agroindustrial y para fortalecer el cultivo de este producto.

Es por esto que se buscaría servir como precedente con el desarrollo de este modelo, que permitiera a todos los actores de la cadena de productiva generar estrategias para la optimización de sus costos y tiempos. Con la finalidad de que éstos puedan ofrecer precios de venta que les generen mayores utilidades; desarrollar balances en sus procesos y más aún, poder minimizar sus costos de producción.

Con el desarrollo de dicho modelo se busca también que los eslabones de esta cadena ubiquen las áreas de oportunidad en sus procesos, pero sobretodo, que determinen su capacidad instalada y para su posterior optimización de producción, paulatina y adecuada.

La finalidad de este modelo, además de ser un producto académico entendible y operable, es establecer un procedimiento que permita convertir una cadena productiva agropecuaria en una cadena de valor que optimice los costos y tiempos.

5.2 Recomendaciones para trabajos futuros

Como impacto social esperado mediante la validación del modelo, se esperaría analizar si concentrar los esfuerzos realizados en Yucatán en este producto agropecuario, si están bien orientados o habría que recomendar otro tipo de políticas o estrategias gubernamentales que permitan potenciar el producto a nivel regional, nacional e internacional.

También permitirá realizar propuestas para convertir la cadena productiva de chile habanero actual en una verdadera cadena de valor que sustente la producción y la competitividad del mercado yucateco no solo a corto sino también a mediano plazo.

La identificación y propuestas de solución a las problemáticas observadas en cada parte de la cadena productiva de un producto agroindustrial, podría volver más competitivo este producto y generaría un bienestar social a todos los miembros de la cadena de valor.

También el resultado del análisis se permitiría conocer el destino final de la producción anual y daría luz para la mejor organización de estos productos y encontrar áreas de oportunidad para fortalecer la cadena productiva por eslabón y de manera general.

Este tipo de modelos son muy importantes para orientar la competitividad de la producción agroindustrial, así como para marcar un precedente en este tipo de industria.

Por lo que, también ofrecería un modelo ejemplo para otros productos agroindustriales con impacto nacional e internacional semejantes al del caso de la validación.

Se esperaba también que los resultados sirvieran para la toma de decisiones, generación de políticas para el desarrollo agroindustrial, elaboración de estrategias gubernamentales que permitieran fomentar y hacer crecer al sector que es básico en cualquier economía mundial.

REFERENCIAS

- Amanor-Boadu, V. (1999). Strategic alliances in Canadian Agri-Food Industries, George Morris Centre, Guelph. Canadá
- Andrade, H. García, C., Barragán, O., & Gómez, U. (2006). Modelo de simulación para la investigación integral de Sistemas de Producción de Ganadería Bovina. Un enfoque Sistémico. Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas (pp. 1-11). Cancún, México: Tecnológico de Monterrey.
- Angerhofer, B.J., Angelides, M. C. (2000). System Dynamics Modeling in Supply Chain Management: Research Review. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference (pp. 342-351). New York: IEEE.
- APROCEDE.A.C. (2005). *Estudio de Mercado para identificar la potencialidad de exportación de la salsa de chile habanero-"México, Lindo" en mercado Hispano del Medio Oeste de los Estados Unidos de Norteamérica*. Consultado el 5 de junio de 2010 en <http://www.economia.gob.mx/pics/p/p2765>
- BANCOMEXT, Banco Nacional de Comercio Exterior (2009). *El Mercado de chile en el centro sur de Texas*. Consejo para la promoción económica de Sonora-COPRESON. Gobierno del Estado de Sonora. San Antonio Texas. Consultado el 7 de junio de 2010 en <http://www.sonora.org.mx/Documentos/Guíasdeexportacióndeproductos>

- Banks, J., Buckley, S., Jain, S., Lendermann, P., & Manivannan, M. (2002).
Panel Session: Opportunities for Simulation in Supply Chain
Management.
- Cope, D., Fayez, M. F., & Mollaghasemi, M. (2007). Supply chain simulation
modeling made easy: an innovative approach. *Proceedings of the
2007 Winter Simulation conference*. New York: IEEE. pp. 1887-1896
- Dubois, A. y Gadde, L.E. (2002) Systematic combining: an abductive
approach to case research. *Journal of Business Research*. Vol. 55 pp.
553-560
- Frank, R. (2001) *Microeconomía y Conducta* (4ª. Ed.) Bogotá Mc.Graw Hill
- Forrester, J. (1958). Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision
Makers. *Harvard Business Review*, 36 (4), pp.37-66.
- Forester, Jay W. (1999) The Beginning Of System Dynamics. Banquet Talk
At The International Meeting Of The System Dynamics Society.
- Forrester, J. W. (1995). The beginning of System Dynamics. *The Mckinsey
Quarterly* (4), pp.5-16.
- Huang, M., Yung, K., Wang, X., & Wang, D. (2007). Simulation study using
system dynamics for a CONWIP-controlled lamp supply chain.
International Journal of Avanced Manufacturing Technology (32), pp.
184-193.
- Izquierdo, E. (2002). *Mercadeo Agroindustrial*. Tegucigalpa: INFOP

- Green, R., Rocha Dos Santos, R. (1992). *Economía de red y reestructuración del sector agroalimentario*. Revista de estudios Agrosociales. No. 162 Oct.-Dic. pp. 37-61.
- Giuliani, E., C. Pietrobelli y R. Rabellotti (2005), "Upgrading in global value chains: Lessons from Latin American Clusters, World Development, 33 (4), pp.549-573.
- Kaplinsky, R. (2000), "Globalization and Unequalization: what can be learned from value chain analysis", The Journal of Development Studies, Vol. 37, N° 2.
- Kaplinsky, R. y M. Morris (2000), "A handbook for value chain research", documento preparado para el IDRC.
- Kleijnen, Jpc; Smits, Mt. (2003). Performance Metrics In Supply Chain Management. Journal Of The Operational Research Society, 54, 507-514.
- Kleijnen, J. P. (2005). Supply chain simulation tools and techniques: a survey. International Journal of Simulation & Process Modelling , 1 (1), pp. 82-89.
- Liu, J., Wang, W., Chai, Y., & Liu, Y. (2004). Easy-SC: A Supply Chain Simulation Tool. Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference (pp. 1373-1378). New Jork: IEEE.
- Macdonalds, B; Poter, J.M.M; Jensen, K.O. (2003). Long-Term Business Modelling Using System Dynamics. Bt Technology Journal; Apr; 21, 2; Abi/Inform Global Pg. 158.

Moncayo, L.A.(2008). Bi-Criterion Optimisation for Configuring the Supply Chain Using Pareto Ant Colony Metaheuristic. Tesis de Doctorado. Universidad de Exeter, Inglaterra

Martin, L. (2000). El Primer Paso. Dinámica de Sistemas en Educación del MIT , Massachusetts Institute of Technology.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO (2004) *Anuario Estadístico*. Consultado el 6 de junio de 2010 en http://www.fao.org/es/ess/index_en.asp-34k

Parra, C. M., Pérez, J. I., & Torres, D. (2006). Modelación y simulación computacional de un proceso productivo de una pequeña empresa usando dinámica de sistemas. *Ingeniería y Desarrollo* pp. 151-171.

Porter, Michael. (2008) *¿Qué es la competitividad?* Revista de Antiguos Alumnos del IEEM; España Vol. 11 Issue 4, pp.60-62.

Ros , Lorenzo ; Campuzano , Francisco ; De La Fuente , M^a Victoria . (2004). Modelización Del Efecto Bullwhip En La Gestión De Las Cadenas De Suministro Directa E Inversa. VIII Congreso De Ingeniería De Organización

Sargent, R.G.(1998) Verification and valuation of simulation models. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. Pp. 125-126. New York: Syracuse University

SAGARPA (2010). Consultado el 5 de junio de 2010 en <http://www.sagarpa.gob.mx>

- Shannon, E.R.(2001) Introduction to the art and Science of simulation.
 Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. pp. 8.
 Texas:Texas A&M University
- Sterman, J.D. (2001). System Dynamics Modeling: Tools for learning in a
 Complex World. California Management Review, 43(4), pp. 8-25
- Speler, Thomas; Rabelo, Luis; Jones, Albert. (2007). Value Chain Modelling
 Using System Dynamics. Int. J. Manufacturing Technology And
 Management, Vol. 11, No. 2.
- Taylor (2002). The aesthetics of management storytelling: A key
 organization learning. Management Learning. Vol. 33 No. 3 pp. 313-
 330
- Tseng, Ya-Tsai; Won, Wei-Yang; Tu, Yi-Ming. (2005). The Utilization Of
 Shared Demand Information In A Textile Supply Chain. International
 System Dynamics Conference.
- Sachan, Amit; Sahay , B S; Sharma, Dinesh. (2005). Developing Indian Grain
 Supply Chain Cost Model: A System Dynamics Approach.
 International Journal Of Productivity And Performance Management;
 544, 3; Abi/Inform Global Pp. 187.
- Tun, D.C. 2001. *Características y Tecnología de Producción del chile
 habanero*. SAGARPA INIFAP-PRODUCE. Mérida Yuc. México. 74 p.
- Wyatt, S. (2005). The potential of system dynamics. leading edge, The NHS
 Confederation , 1-5.

Zhang, Yong; Dilts , David . (2004). System Dynamics Of Supply Chain Network Organization Structure. Information Systems And E-Business Management.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Doctorado en Logística y Dirección de la Cadena de
Suministro

Por este medio nos permitimos informar a Uds. la aprobación de la Tesis:

"Modelo de Análisis de la Cadena de Suministro del Chile Habanero
Yucateco.", que presenta el (la) alumno (a): Jessica Alejandra Canto Maldonado
como requisito para obtener el Grado de Doctorado en este programa académico.

Atte.

Comité Doctoral

Dra. Ana María Medina Lara

Director de Tesis

Dr. José Luis Martínez Flores

Asesor

Dra. Claudia Milcón Cervera

Asesor

Puebla, México.

11 de mayo de 2012.