



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS

**EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LAS HUERTAS DE
GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES: SITUACIÓN
ACTUAL Y PERSPECTIVAS.**

PRESENTA

JUDITH CORTÉS SOLÍS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS**

TUTOR

DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ

INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORAL

**DRA. AURORA BRECEDA SOLÍS CÁMARA
DR. ARMANDO LÓPEZ SANTOS
DR. JOAQUÍN SOSA RAMÍREZ**

Aguascalientes, Ags., Junio de 2017.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

OF. NO. CCA-D-11-15-104-17

Dra. en Admón. María del Carmen Martínez Serna
Directora General de Investigación y Posgrado
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LAS HUERTAS DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS", de la alumna **JUDITH CORTÉS SOLÍS**, egresada de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Jesús María, Ags., 18 de Mayo del 2017
"SE LUMEN PROFERRE"



Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro

c.c.p. Jefa del Departamento de Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. EN FARM. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por este conducto tengo a bien informarle que **JUDITH CORTÉS SOLÍS**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **“EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LAS HUERTAS DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE

Jesús María Ags., 17 de mayo de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Antonio de Jesús Meraz Jiménez'.

Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez
TUTOR



"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".

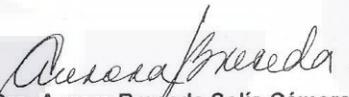
DR. EN FARM. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por este conducto tengo a bien informarle que **JUDITH CORTÉS SOLÍS**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **"EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LAS HUERTAS DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS"**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE

La Paz, BC.S., 17 de mayo de 2017


Dra. Aurora Bregeda Solís Cámara

COTUTORA



"ENSEÑAR LA EXPLOTACION DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
UNIDAD REGIONAL UNIVERISTARIA DE ZONAS ARIDAS

TELS.(01-872)776-01-60, 776-01-90 fax: 776-00-43
BERMEJILLO, DGO.

DEPENDENCIA: Área Agrobiología

NUMERO DE OFICIO: 602.25/

EXPEDIENTE: Tesis Maestría Judith Cortes

ASUNTO: Voto

Mayo 17, 2017

Dr. en Farm. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma de Aguascalientes
P r e s e n t e.-

Por este conducto tengo a bien informarle que la *c. Judith Cortes Solis*, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada "EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LAS HUERTAS DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS".

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi VOTO APROBATORIO para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE

Dr. Armando López Santos
Profesor-Investigador

AL CONTESTAR ESTE OFICIO CITENSE
LOS DATOS CONTENIDOS EN EL CUADRO
DEL ANGLULO SUPERIOR DERECHO

C.c.p Dr. Antonio de Jesús Meráz Jiménez.- Director de Tesis/CCA-UAA
Al. *Judith Cortes Solis*/Interesada

Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. EN FARM. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por este conducto tengo a bien informarle que **JUDITH CORTÉS SOLÍS**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **"El Sistema Socioecológico de las Huertas de Guayaba en Calvillo, Aguascalientes: Situación Actual y Perspectivas"**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE

Jesús María Ags., 18 de mayo de 2017



DR. JOAQUÍN SOSA RAMÍREZ

Integrante del Comité Tutorial

Agradecimientos

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el apoyo y patrocinio otorgado para la realización de esta investigación.

Agradezco al Dr. Meraz por compartir su conocimiento y por su paciencia para guiarme en estos ámbitos. A mis asesores: la Dra. Aurora Breceda, el Dr. Armando López y el Dr. Joaquín por el tiempo brindado en cada una de las etapas durante el desarrollo de mi trabajo.

A mis profesores de la maestría por sus enseñanzas y ejemplo de pasión hacia el trabajo que realizan.

A la URUZA de la Universidad Autónoma Chapingo por el apoyo y atención recibidos durante mi estancia.

A la Dirección de Sistemas de Información Geográfica de la SEDRAE, a la Subdirección de Agua Subterránea de la CONAGUA y al Comité Sistema Producto Guayaba por su amable atención a mis solicitudes.

A Yorch (M. en C. Jorge Martínez) por su compañía y apoyo durante el trabajo de campo.

A los productores de guayaba de Calvillo que de manera desinteresada compartieron un momento de sus ocupados días para contestar la entrevista;iii

A mi compañera... reciente amiga... Xanat por estar taaan cerca en todos los puntos críticos de esta travesía;iiii

A todos.... Gracias;iiiii

Dedicatorias

A mi mamá por su apoyo incondicional desde el momento que mencione “¡¡¡Algún día quiero hacer la maestría!!!”.

A mi papá por su ejemplo de perseverancia y su apoyo “a discreción” en todo mi plan de vida.

A mi fuente de inspiración para cada día ser mejor: Melina, Ameyalli y Meztli ¡¡¡ Gracias por su paciencia y su presencia en cada uno de los momentos de la maestría¡¡¡

A Jorge por creer en mí...

A mi familia y a mis amigos por las buenas vibras y los mejores deseos que me desearon las pocas veces que nos vimos durante estos dos años tan inteensoos¡¡¡¡
Ahora si... saquen las frías¡¡¡¡¡

Gracias a todos los que como elementos determinantes o condiciones de contorno estuvieron presentes en este momento de mi vida¡¡¡

Contenido

Índice de cuadros 3

Índice de figuras 4

Acrónimos..... 5

Resumen 6

Abstract 7

Introducción 8

Revisión de literatura 10

 Los Sistemas complejos 10

 Elementos 11

 Límites y Condiciones de contorno..... 11

 Sistemas socioecológicos 13

 Capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos 16

 La guayaba en México 18

Objetivos e hipótesis..... 23

 Objetivo general 23

 Objetivos específicos 23

 Hipótesis de investigación 23

Materiales y métodos..... 24

 Descripción y localización del área de estudio 24

 Subsistema Medio físico 30

 Subsistema Agroproductivo 30

 Subsistema Socioeconómico 31

 Entrevista..... 31

 Condiciones de Contorno..... 31

Resultados y discusión 32

 Medio físico..... 32

 Fuentes de agua: Presas y pozos 32

 Suelo..... 35

 Relieve y Altitud 39

 Subsistema agroproductivo..... 41

 Las huertas de guayaba de Calvillo..... 41

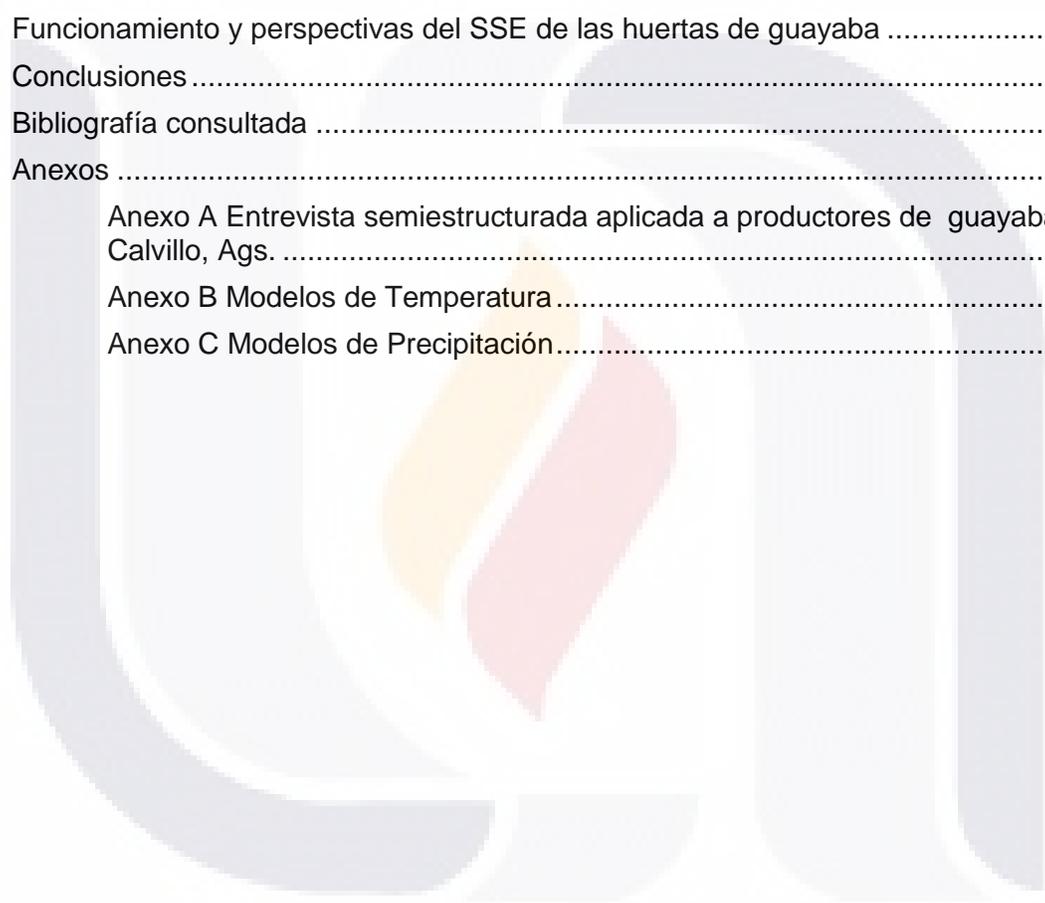
 Manejo agronómico..... 43

 El riego como elemento determinante de la producción 47

 Calmeo 47

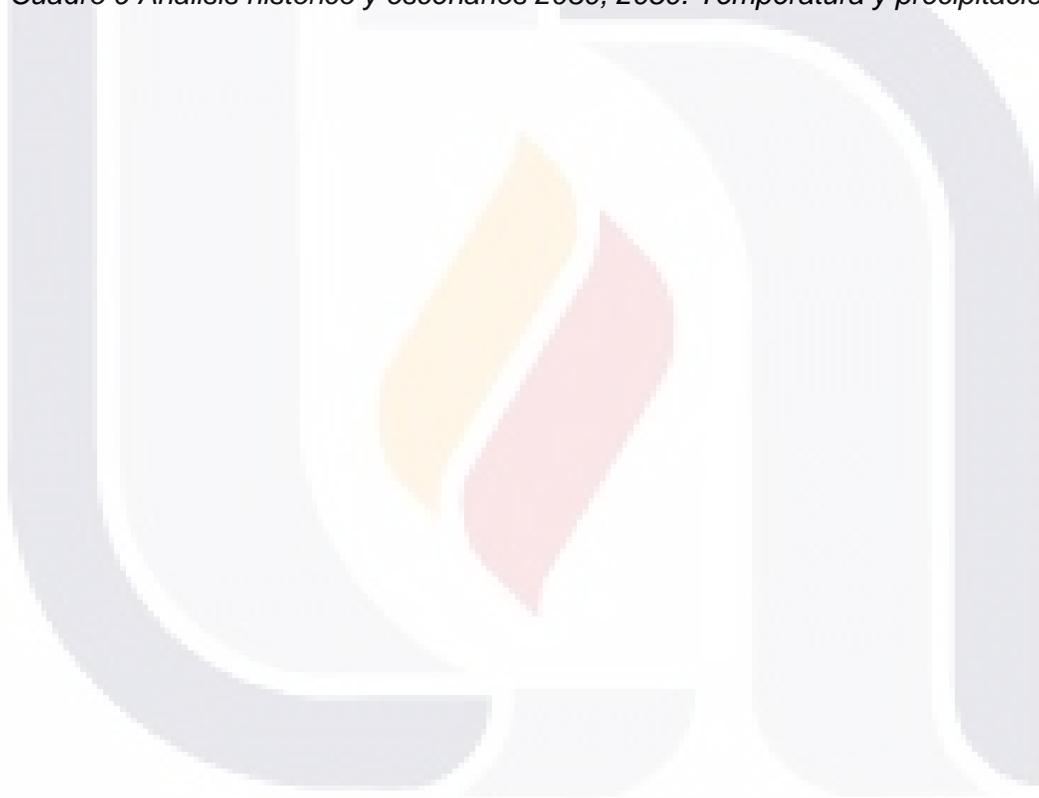
 Cosecha y producción..... 53

Subsistema Socioeconómico	57
Los productores de guayaba	57
Fuerza de trabajo	60
La organización social de los productores	61
Dinámica poblacional	64
Condiciones de contorno	66
Clima	66
Mercado	71
Funcionamiento y perspectivas del SSE de las huertas de guayaba	75
Conclusiones	80
Bibliografía consultada	81
Anexos	85
Anexo A Entrevista semiestructurada aplicada a productores de guayaba de Calvillo, Ags.	85
Anexo B Modelos de Temperatura	88
Anexo C Modelos de Precipitación	89



Índice de cuadros

Cuadro 1 Principales estados productores de guayaba en México..... 18
Cuadro 2 Tipos de clima presentes en Calvillo, Ags.26
Cuadro 3 Principales presas de Calvillo, Aguascalientes..... 32
Cuadro 4 Disponibilidad de agua en el Acuífero Valle de Calvillo 35
Cuadro 5 Porcentaje de clase de suelo por zona de producción..... 35
Cuadro 6 Clases de pendiente en Calvillo, Aguascalientes. 39
Cuadro 7 Información sobre la producción de guayaba 1983 - 1987 56
Cuadro 8 Porcentajes de costos de producción de la guayaba (Enero 1996) 56
Cuadro 9 Análisis histórico y escenarios 2030, 2050. Temperatura y precipitación. 70



Índice de figuras

Figura 1 El Sistema Socioecológico..... 12

Figura 2 Superficie plantada en principales estados productores (1980-2005) 20

Figura 3 Ubicación geográfica del municipio de Calvillo..... 24

Figura 4 Zonas de producción en Calvillo, Ags. 25

Figura 5 Superficie de huertas por zona de producción 26

Figura 6 Distribución de temperatura media en Calvillo, Ags. 27

Figura 7 Distribución de la precipitación en Calvillo, Ags. 27

Figura 8 Distribución de climas en Calvillo..... 28

Figura 9 Uso de suelo y vegetación de Calvillo..... 29

Figura 10 Ubicación de pozos agrícolas en las zonas de producción 33

Figura 11 Número de pozos agrícolas por zona de producción 34

Figura 12 Porcentaje de tipo de suelo por zona de producción..... 36

Figura 13 Distribución de suelos en Calvillo..... 37

Figura 14 Superficie de clase de pendiente por zona de producción 40

Figura 15 Frecuencia de riego en las huertas según fuente de agua 49

Figura 16 Superficie sembrada/ cosechada en Calvillo, Ags. 1980-2015..... 54

Figura 17 Rendimiento de la producción de guayaba de Calvillo, Ags. 54

Figura 18 Producción de guayaba en Calvillo, Ags. 1980-2015 55

Figura 19 Edad y sexo de los productores entrevistados 58

Figura 20 Grado escolar de productores entrevistados..... 59

Figura 21 Estados productores de guayaba en 1980..... 62

Figura 22 Población de Calvillo Censos 1990-2000-2010..... 65

Figura 23 Porcentaje de PEA por tipo de actividad económica 66

Figura 24 Superficie de guayaba/precipitación en Calvillo, Ags. 69

Figura 25 Definición de los límites y elementos del SSE de las huertas de guayaba .. 76

Figura 26 Relaciones entre los elementos del SSE de las huertas de guayaba 76

Acrónimos

Centro de Apoyo al Desarrollo Rural	CADER
Continuo de Elevación Mexicano	CEM
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	CONABIO
Comisión Nacional del Agua	CONAGUA
Comité Estatal de Sanidad Vegetal Aguascalientes	CESVA
Consejo Mexicano de la Guayaba	COMEGUAYABA A.C
Consejo Nacional de Población	CONAPO
Estados Unidos de América	EUA
Instituto Nacional de Estadística y Geografía	INEGI
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	INIFAP
Litros por segundo	lps
Metros sobre el nivel del mar	msnm
Milímetros	mm
Población Económicamente Activa	PEA
Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial	SEDRAE
Servicio Meteorológico Nacional	SMN
Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera	SIAP
Sistema Socioecológico	SSE
Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales	UNIATMOS
Universidad Autónoma de Aguascalientes	UAA

Resumen

La problemática socio-ambiental surge de la interacción de procesos naturales, socioeconómicos y culturales por lo que el objeto de estudio se concibe como un Sistema Socioecológico; concepto integrador y por tanto un sistema complejo. El cultivo de guayaba en Calvillo data de más de un siglo, de gran importancia económica y social en la región por la superficie plantada (4662 ha) y el número de productores (2500). Actualmente el cultivo enfrenta diversos problemas que han generado un abandono relativo o la reconversión de las huertas, afectando su continuidad. Esta problemática involucra factores medioambientales, productivos, culturales y socioeconómicos, de ahí la importancia de adoptar un enfoque de sistemas complejos. El objetivo del estudio es analizar las interrelaciones de los factores que influyen en el funcionamiento del SSE de las huertas de guayaba de Calvillo, Ags., para determinar su situación actual y perspectivas. Según los resultados obtenidos se observa que las condiciones del medio físico favorecen el cultivo; sin embargo, fenómenos climáticos como sequías y heladas afectan la producción de las huertas. La edad y la situación socioeconómica del productor influyen en su decisión sobre el manejo agronómico que realizará en su huerta. Los productores que pertenecen a alguna organización social tienen ventajas sobre aquellos que no forman parte de alguna. Los costos de producción varían en función de la disponibilidad de agua (pozos y presas). El abandono, venta o reconversión de las huertas es una situación generada por los elementos mencionados. Las políticas públicas no son incluyentes. El monopolio del mercado influye en los precios pagados al productor. Se espera una disminución de la superficie plantada y del número de productores, la mejora en el manejo agronómico y la productividad como resultado de la permanencia de los productores con estabilidad económica.

Palabras clave: guayaba, *Psidium guajava*, sistema complejo, sistema socioecológico.

Abstract

The socio-environmental problem appears from the interaction of natural, socioeconomic and cultural processes, so the object of study is conceived as a Socioecological System; is an integrating concept and therefore a complex system. The cultivation of guava in Calvillo dates back more than a century and has achieved economic and social importance by the surface (4662 ha) and the high number of producers (2500). Presently the cultivation faces diverse problems that have generated a relative abandonment or the conversion of the orchards, affecting its continuity. This problem involves environmental, productive, cultural and socio-economic factors, hence the importance of adopting a complex systems approach. The objective of the study is to analyze the interrelations of the factors that influence the operation of the SSE of the guava orchards of Calvillo, Ags., to determine their current situation and perspectives. According to the results obtained it is observed that the conditions of the physical environment benefit the cultivation in the region; however, climatic phenomena such as drought and frost affect the production of orchards. The age and the socioeconomic situation of the producer influence his decision on the agronomic management that he will carry out in his orchard. Producers who belong to some social organization have advantages over those that are not part of one. Production costs change depending on the availability of water (wells and dams). The abandonment, sale or conversion of the orchards is also a recurring situation generated by these elements. Public policies are not inclusive. The market monopoly influences the prices paid to the producer. It is expected a decrease in planted area and number of producers, improvement in agronomic management and productivity as a result of the permanence of producers with economic stability.

Key words: guava, *Psidium guajava*, complex system, socioecological system.

Introducción

El ser humano ha coevolucionado con la naturaleza; sin embargo en los últimos 50 años se han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo en la historia humana. Esto ha aportado beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico, pero no todas las regiones, ni todos los grupos de personas se han beneficiado de este proceso (MEA, 2005).

Las relaciones entre el medio ambiente, la población, y el desarrollo, son temas que han generado interés debido a los problemas socioambientales que se enfrentan actualmente. Cabe destacar el hecho de que la problemática ambiental surge de la interacción de los procesos naturales asociados a los procesos socioeconómicos y culturales. Uno de los enfoques metodológicos para abordar las interrelaciones sociales y ambientales ha sido conceptualizar esta problemática desde la perspectiva de sistemas complejos.

Son recientes las investigaciones sobre las interrelaciones entre procesos sociales, económicos y ecológicos, en las cuales el término SSE hace referencia a un concepto holístico, sistémico e integrador del “ser humano en la naturaleza”. Un SSE se concibe como un sistema complejo y adaptativo en el cual distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, etc. están interactuando (Fahar, 2012).

En los diversos estudios sobre las interacciones naturaleza-humano, la complejidad de esta asociación no ha sido por completo entendida, ya que persiste la separación de la ecología y las ciencias sociales. Los trabajos que lo han hecho han sido más teóricos que empíricos (Jianguo L., 2007).

En las investigaciones sistémicas de medio ambiente y desarrollo es común encontrar tres subsistemas: ecológico, productivo y socioeconómico. Las relaciones entre estos elementos determinan la estructura y funcionamiento del sistema. Los estudios basados en el enfoque de SSE consideran las interrelaciones de los factores de influencia en el funcionamiento del sistema para comprender su funcionamiento y generar estrategias, así el enfoque de la gestión de los ecosistemas y recursos naturales, no se centra en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones.

Es desde esta perspectiva que le presente trabajo analiza el sistema socioecológico de la producción de guayaba en el municipio de Calvillo,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Aguascalientes. La producción de guayaba en México es relevante, toda vez que se encuentra entre los principales países productores de guayaba (*Psidium guajava* L.). El estado de Aguascalientes es el segundo productor a nivel nacional. En el sector agrícola estatal destaca entre las cadenas de producción más desarrolladas y productivas. En Calvillo existen registros del cultivo desde 1824; sin embargo, es partir de los 70 cuando la superficie plantada se incrementa de manera importante debido a su éxito comercial. Su importancia radica a nivel regional ya que ocupa, según cifras de la SEDRAE, aproximadamente 4670 ha que representan 21% de la superficie plantada a nivel nacional, con un rendimiento promedio de 15 ton/ha (SAGARPA, 2017).

En Aguascalientes se producen 95 mil toneladas anuales de esta fruta y se dedican a este cultivo alrededor de 2500 productores que generan una importante derrama económica sin considerar los empleos en la industria, transporte y comercialización de la fruta.

Actualmente el cultivo de guayaba enfrenta diversos problemas como el bajo precio pagado al productor, fenómenos naturales como heladas y/o granizadas, falta de competitividad en el precio con respecto a otras regiones del país, la reconversión productiva en la que muchos productores erradicaron las huertas de guayaba para dedicarse a la producción de nopal, hortalizas o pastos para alimentación del ganado, entre otras opciones o simplemente abandono.

Aunado al abandono de las huertas existen problemas como el deficiente aprovechamiento del recurso agua, se desconoce el potencial para la generación de servicios ecosistémicos, los productores envejecen por lo tanto la actividad guayabera se ve abandonada; todo esto ocasiona un problema significativo donde se ven involucrados procesos y relaciones entre personas y recursos naturales, constituyendo un sistema socioecológico complejo.

El objetivo del estudio es analizar los elementos que conforman la estructura del SSE y analizar las interrelaciones que determinan su funcionamiento para conocer su situación actual y plantear posibles escenarios.

Revisión de literatura

Los Sistemas complejos

El estudio de un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos, renovables o no renovables (agroecosistemas e industrias extractivas), o bien por la instalación de asentamientos humanos de diversos tipos, incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura, supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en tales procesos (y de los procesos sociales, económicos y políticos a ellos asociados), de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos. Es decir, supone concebir el objeto de estudio como un *sistema complejo*. La teoría de los sistemas complejos es una metodología interdisciplinaria, a la vez que es un marco conceptual que fundamenta, sobre bases epistemológicas, el trabajo interdisciplinario (García R. , 2006).

Esta concepción de investigación interdisciplinaria es de gran trascendencia en el pensamiento latinoamericano sobre medio ambiente y desarrollo. La propuesta científica de investigación interdisciplinaria de sistemas complejos no sólo tiene amplios fundamentos teóricos sino también empíricos. La validación empírica de su propuesta la puso en práctica, con enormes esfuerzos, por medio de diversos estudios de caso (Castañares, 2009).

Para construir un sistema complejo, la investigación tiene un antecedente fundamental: el marco epistémico, que define el tipo de preguntas sobre las cuales se diseña la investigación y el tipo de datos que en ella se generan. Desde el marco epistémico se formulan las preguntas que conducirán la investigación. Se asume que para estas preguntas hay un sistema particular cuya estructura provee las respuestas con la mayor capacidad explicativa. Se logra avanzar sólo cuando los resultados de la diferenciación son integrables en la construcción del sistema ambiental. Se busca diferenciar sólo aquello que sea integrable en el sistema ambiental. La definición del sistema se va transformando conforme se va enriqueciendo con las aportaciones disciplinarias (Castañares, 2009).

En general, se formula una pregunta básica o conductora, que guíe la selección de los componentes del sistema (los elementos, los límites del sistema y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sus interrelaciones, tanto internas como externas). La definición del sistema se va transformando en el transcurso de la investigación; ya que ningún sistema está dado en el punto de partida. El sistema no está definido, pero es definible. Una definición adecuada sólo puede surgir en el transcurso de la propia investigación y para cada caso particular. Ninguna explicación sobre el comportamiento de un sistema será aceptable si las constataciones empíricas las refutan, si las observaciones y los hechos que se intentan interpretar no concuerdan con las afirmaciones de la interpretación propuesta (García R. , 2006).

Elementos

Los componentes de un sistema son interdefinibles, es decir, no son independientes sino que se determinan mutuamente. La elección de los límites deber realizarse en forma tal que aquello que se va a estudiar presente cierta forma de organización o estructura. Como la estructura está determinada, a su vez, por el conjunto de relaciones, el sistema debe incluir aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas. Los otros elementos quedan “afuera”. Las interrelaciones entre ellos y los elementos que quedan dentro determinan las condiciones de contorno.

Los elementos del sistema suelen constituir “unidades” complejas (subsistemas) que interactúan entre sí. Las relaciones entre los subsistemas adquieren importancia fundamental porque determinan la estructura del sistema. Las interrelaciones entre los elementos constituyen las condiciones en los límites para cada subsistema. Algunas formas de interrelación entre elementos de un sistema no constituyen flujos en sentido estricto (García R. , 2006).

Límites y Condiciones de contorno

Los sistemas complejos que se presentan en la realidad empírica carecen de límites precisos, tanto en su extensión física, como en su problemática. Se deben establecer límites más o menos arbitrarios para poder definir el sistema. El término límite no supone solo fronteras físicas, el sistema junto con sus correlativos “adentro” y “afuera”, incluyen la problemática que se va a estudiar y el aparato conceptual que se maneja, así como el tipo de fenómenos con sus escalas espaciales y temporales.

Dejar “afuera” de los límites del sistema no significa necesariamente dejar fuera de consideración. En los casos en que aquello que quedó “afuera” interactúa de alguna manera con lo que quedó “adentro”, su acción se toma en cuenta a través de las condiciones de contorno o condiciones en los límites. Si los cambios en las condiciones de contorno son muy lentos se pueden representar como constantes, por el contrario si varían significativamente es necesario estudiarlos minuciosamente ya que podrían determinar reorganizaciones más o menos profundas del sistema en su conjunto (García R. , 2006).

El conjunto de relaciones por las cuales se determinan mutuamente estos subsistemas ecológico, productivo y socioeconómico se conoce como la estructura del sistema ambiental. Una vez que se cuenta con una primera definición de la estructura del sistema ambiental y de los procesos en los tres niveles, se describe el funcionamiento del sistema ambiental por las interrelaciones de los procesos en los subsistemas (**Figura 1**) (Castañares, 2009).

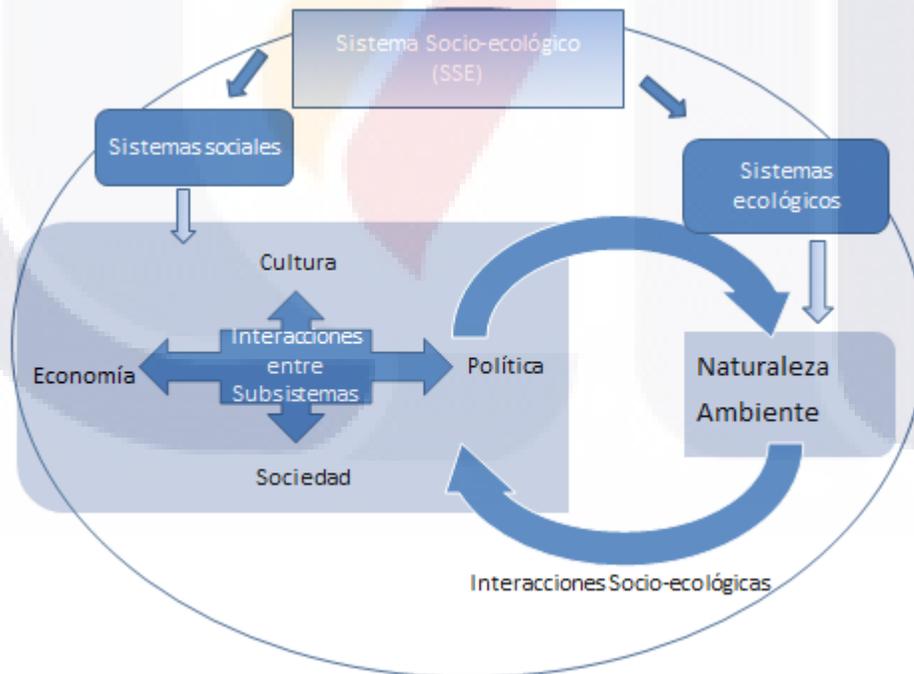


Figura 1 El Sistema Socioecológico

Fuente: Adaptado de (Salas W., 2011)

Sistemas socioecológicos

Distintos autores definen el sistema socioecológico de diversa manera, con ligeras diferencias de acuerdo con el contexto de su análisis o investigación. El SSE es un sistema social (y sus subsistemas y elementos) integrado a un sistema ecológico (y sus subsistemas y elementos), formando un conjunto inseparable, en el cual las relaciones recíprocas entre los componentes y subsistemas conducen a la evolución del SSE como un todo. Este concepto redefine la relación del ser humano con el medio ambiente. Lo incorpora ya no como un actor externo a los ecosistemas, que sólo los altera mediante presiones exógenas, sino como otros de sus componentes (integral, inseparable y dependiente) que interviene internamente en su evolución (Challenger A., 2014).

Existe un incremento en los programas interdisciplinarios que integran la ecología con las ciencias sociales para estudiar el sistema humano-naturaleza. Estos estudios muestran complejas interacciones y retroalimentaciones entre humanos y sistemas naturales, cuentan con un equipo interdisciplinario, integran herramientas y técnicas ecológicas y de las ciencias sociales y presentan contextos específicos (Jianguo L., 2007).

En los SSE, las interacciones entre los sistemas sociales y ecológicos se dan por doble vía. Por un lado, las intervenciones y actividades de carácter cultural, político, social y económico producen cambios y transformaciones en el ambiente y la naturaleza (minería, pesca, actividades agrícolas). Por otro lado, las dinámicas de los ecosistemas influyen la cultura, las relaciones de poder y las actividades económicas de los seres humanos (inundaciones, cambios climáticos). De ahí que los sistemas socioecológicos se consideren sistemas complejos adaptativos, pues son sistemas que ante estas interacciones se reajustan y auto-organizan continuamente sin necesidad de un control centralizado. Para entender el funcionamiento de un sistema socioecológico se debe comprender el proceso adaptativo en el que se involucran las perturbaciones. Las características del sistema determinan su respuesta a esas perturbaciones y los cambios que se producen (Salas Z., 2012).

El problema metodológico ¿Por dónde se comienza el estudio del funcionamiento de un sistema considerándolo como una totalidad? Como todas las partes del sistema son interdependientes, se podría comenzar por cualquiera de ellas si sólo el interés del estudio fuera la estructura del sistema en un momento

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dato. Cuando el propósito no es estudiar estados, sino procesos y, más específicamente, los mecanismos que determinan la evolución de los procesos. Se deben considerar entonces aquellos procesos que al exceder ciertos umbrales críticos, determinan cambios de estructura. Esta puede fluctuar y pasar por transiciones más o menos prolongadas. Cuando se estabilizan, el sistema adquiere una estructura característica. (García R. , 2006)

Para entender la sustentabilidad de estos sistemas se han desarrollado índices y marcos de indicadores como el modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER), el triángulo de Daly, el modelo de Bossel, la huella ecológica, el índice de sustentabilidad ambiental y el índice de bienestar económico sustentable (ISEW), entre otros (Gallopín, 2006; Böhringer y Jochem, 2007) en (Salas Z., 2012). No obstante, estos índices y marcos de indicadores son más apropiados para describir la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos que para explicarla, pues si bien permiten observar cuán sustentable es un sistema, no sirven para entender los modos de organización, los procesos, ni los elementos que hacen que un sistema sea in/sustentable (Salas Z., 2012).

Un problema metodológico que surge cuando se pretende estudiar la escasez de agua en los asentamientos humanos es el de cómo aprender una realidad compleja, en la que existen un sin número de articulaciones que traspasan las fronteras disciplinarias. Igualmente, surge el cuestionamiento de cómo estudiar la relación sociedad-agua, que es de tipo estructural e histórica. Existe una propuesta que permite abordar los problemas socioambientales bajo un enfoque global e interdisciplinario, y que incorpora además el análisis histórico dentro del análisis estructural. En la construcción del sistema complejo, con el objeto de lograr una visión articulada y dinámica de la escasez de agua en la Meseta Purépecha (García P. Á., 1996), se integraron cinco subsistemas: Biofísico, Social, Cultural, Político y Tecnológico. Así pues un problema socioambiental como lo es la escasez de agua en los asentamientos humanos está determinado por la acción múltiple y combinada de procesos de naturaleza diferente. Entonces representa un problema complejo que requiere de una perspectiva de análisis global e interdisciplinario.

Se deben considerar entonces las “condiciones de contorno” ya que cuando exceden en un sistema con condicionamientos naturales (suelo, clima), que suelen

operar a largo plazo o a través de fluctuaciones más o menos cíclicas; pero es fundamentalmente un sistema sujeto a decisiones de tipo económico o político que pueden modificarlo en el corto plazo.

El caso de la Comarca Lagunera es una muestra de los estudios realizados bajo el enfoque de sistemas complejos. El sistema total fue integrado además del propio sistema productivo, por un subsistema físico (suelo, agua, clima, ecología natural) y el subsistema socioeconómico (estructura social, condicionantes económicas, factores políticos). Los sistemas no están aislados en el tiempo y en el espacio, así que el estudio del sistema total requirió un análisis de las condiciones de contorno, esto significa que, además de estudiar las interacciones entre los subsistemas, se consideraron las interacciones del sistema total con el contexto en el cual estaba inmerso (García R. et.al., 1988).

El Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) forma parte del Corredor Biológico Mesoamérica. En 2009 el CBMM es acogido por la CONABIO con el fin de impulsar esta nueva herramienta de conservación en territorio mexicano: los corredores biológicos. Los ejes de dicha estrategia parten de la convicción de que la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad no es posible si no se trabaja al mismo tiempo en reducir la pobreza y en fortalecer la viabilidad económica de las poblaciones rurales. En sus inicios el concepto no contempló al ser humano como parte de su objeto de estudio. Es inevitable tratar a la presencia humana como determinante de las posibilidades de conservar la biodiversidad. La correlación histórica entre la distribución de la población, principalmente indígena y la distribución de la biodiversidad en el territorio nacional hacen obsoletas las propuestas de conservación que excluyen a los seres humanos y sus actividades.

A diferencia del desarrollo inicial del concepto, este proceso que abarca también fenómenos sociales se lleva a cabo por diferenciación y agregación sin llegar propiamente a una integración. La razón de ello puede deberse a que entre las ciencias sociales y las ciencias biológicas utilizadas no hay denominador común alguno, entre sus dominios teóricos, materiales y metodológicos. El resultado de todo lo anterior es que el concepto de corredor biológico conserva su pertinencia como unidad de análisis de los fenómenos biológicos pero no así de los fenómenos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sociales y mucho menos para las relaciones entre estos dos tipos de fenómenos. Al utilizar dicho instrumento conceptual en propósitos para los cuales no fue diseñado, lo que sucede es un proceso de agregación de fenómenos biológicos y sociales considerados como pertinentes a la problemática que se intenta conocer pero disociados entre sí. Se tiende a diseñar indicadores de lo ecológico, por un lado, y de lo social, por otro, cuando sabemos que ambos tipos de indicadores están íntimamente correlacionados. Al obviar la interdefinibilidad de sus funciones se corre el riesgo de obtener diagnósticos sesgados. El desarrollo cognoscitivo de la problemática se detiene en la diferenciación y omite la integración.

Otro riesgo que se corre cuando sólo se trabaja por diferenciación es que los resultados no pueden ser más que una sumatoria de problemas parciales con resultados parciales en donde las soluciones posibles son dependientes de variables ajenas a los análisis realizados (Castañares, 2009).

Capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos

Las características que determinan la capacidad adaptativa de los SSE ante una perturbación también son variables. Cabe destacar cuatro características que, en general han sido relacionadas con la resiliencia socioecológica de los sistemas:

- Conectividad modular. Todo sistema está constituido por un conjunto de elementos interrelacionados. La conectividad es el grado en el que los elementos de un sistema se conectan entre sí, y su papel en la resiliencia del sistema está dado por un criterio cualitativo más que cuantitativo. Si bien un sistema con una conectividad alta facilita aspectos como la transferencia y la distribución de información entre los individuos, también es más vulnerable a un efecto perturbador. Cuando estos elementos se organizan en agrupamientos que tienen conectividad elevada dentro de ellos, pero son independientes y poseen conectividad baja con otros, se dice que el sistema tiene conectividad modular. La conectividad modular contribuye al comportamiento adaptativo en dos sentidos. En términos estructurales, la existencia de varios módulos lleva a que sólo una porción del sistema, y no la totalidad, se vea afectada por el impacto de la perturbación. En términos funcionales, genera diversidad debido a que los agrupamientos o módulos

pueden dar lugar a diferentes comportamientos alternativos del sistema para responder a una perturbación.

- Diversidad. Es el rango de opciones que tiene un sistema para responder a una perturbación y continuar con sus procesos cruciales. Tiene a su vez dos formas de expresarse en los sistemas: la redundancia y la heterogeneidad. La redundancia es la existencia de múltiples unidades similares no idénticas, sustituibles entre sí, para cumplir con una función o un interés en común. Así un sistema puede ser más resiliente si tiene la posibilidad de reemplazar unidades perdidas en una perturbación. La heterogeneidad es la variedad de comportamientos o modos de actuación de que dispone el sistema para responder a la perturbación. En ese sentido, cuando un sistema sólo tiene un comportamiento posible para cumplir un propósito es más dependiente y más vulnerable porque si esta vía de respuesta falla o es eliminada también lo hará la totalidad del sistema (Salas Z., 2012).
- Mecanismos de retroalimentación. Son acoplamientos estímulo–respuesta que le permiten al sistema responder en su interior a las perturbaciones y a los efectos de su propio comportamiento. Hace referencia a la controlabilidad interna del sistema y a la manera como éste responde a señales que son recibidas del entorno.
- Eficiencia. Es la capacidad que tiene el sistema de llevar a cabo sus procesos principales sin agotar las fuentes de los recursos de los cuales depende. Es necesario resaltar que en los sistemas socioecológicos, las unidades de costo de los recursos no son únicamente monetarias, como en los análisis de la economía clásica, sino también unidades ecológicas y sociales (energía, agua, personas y valores culturales y éticos) (Salas Z., 2012).

Según la capacidad adaptativa, el sistema puede responder a la perturbación con dos tipos de cambios: adaptación o transformación. En el primer caso, al sufrir la perturbación el sistema se reorganiza y cambia su configuración pero conserva los procesos cruciales, los tipos de interacciones que conforman su estructura y sus mecanismos de control (Holling, 1973; Kinzig, 2006; Walker, 2006). Básicamente, los cambios adaptativos son las diferentes configuraciones o estados alternativos que un sistema puede conseguir conservando sus atributos esenciales.

En el proceso de adaptación el Sistema muestra un régimen del sistema socialmente deseable y ecológicamente posible. La comprensión de la dinámica de un SSE implica entender sus cambios de estado y régimen. El desarrollo científico en este campo es incipiente si se tiene en cuenta que existen una alta diversidad de SSE posibles, pues cualquier sistema puede definirse como sistema socioecológico siempre que se consideren sus interacciones socioecológicas (Salas Z., 2012).

De manera general, se puede afirmar que los problemas que se observan en los sistemas socioecológicos complejos no son resultado de encadenamientos lineales de relaciones causales sino que resultan de las propiedades de la estructura del sistema total, por lo que es importante establecer la distinción entre estructura y función de un sistema (o subsistemas).

La guayaba en México

El cultivo del guayabo a nivel nacional ocupa una superficie de 20,899 hectáreas, localizadas en veinte estados, aunque las regiones productoras más importantes del país se localizan en los estados de Michoacán, que aporta 46%, Aguascalientes, con 32% y Zacatecas 16% (**Cuadro 1**).

Cuadro 1 Principales estados productores de guayaba en México.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Produccion (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Michoacán	10,385	147,286	14
Aguascalientes	6,269	94,845	15
Zacatecas	3,019	46,707	15
México	899	11,053	12
Jalisco	354	2,991	10
Durango	226	521	2
Guerrero	208	2,511	12
Guanajuato	111	716	7
Total Nacional	21,889	309,093	14

Fuente: SIAP-SAGARPA (2017)

Debido a factores climáticos (heladas) biológicos (plagas y enfermedades) y de mercado (oferta-demanda) principalmente, el cultivo de la guayaba ha presentado variaciones en México, de tal forma que durante el periodo 1990-2000 en promedio, la superficie plantada se incrementa 4.83% (Aguilar G., 2011).

En un estudio realizado sobre los índices de cosecha, (Mercado S.E., 1997) menciona que México es el segundo productor a nivel mundial de guayaba, 70% de la producción corresponde a la variedad “media china” y proviene de Calvillo, Aguascalientes y Jalpa, Zacatecas. En la actualidad Aguascalientes aporta aproximadamente el 30% de la producción nacional.

Michoacán ha sido el más dinámico en el incremento de la superficie plantada, ya que en 1997 duplicó la superficie de este frutal respecto al año anterior, lo cual le permitió escalar al segundo lugar por superficie. Los estados de Jalisco y Guanajuato no muestran cambios significativos en la superficie plantada, mientras que Zacatecas y Aguascalientes presentan tendencia a reducir la superficie dedicada a este frutal debido al daño ocasionado por las heladas de 1997 (Aguilar.,2011; González G.,2002).

Al realizar el análisis por estados, se observan cambios de importancia, como sucedió en 1997 y 1998 años en los que Aguascalientes y Zacatecas redujeron su producción por efecto de las heladas ocurridas en 1997. Esa situación, aunada a la superficie incorporada a la producción, hizo que Michoacán participara en 2000 con 38% del volumen de producción nacional de guayaba, mientras que Aguascalientes aportó el 37% y Zacatecas 21%; esto se repite en 2006, con cambios a escala nacional, ya que Michoacán tomó la delantera tanto en superficie sembrada y cosechada, y producción total en toneladas, dejando en segundo lugar a Aguascalientes y en tercero a Zacatecas (De Luna, 2013).

Según un estudio realizado por ASERCA (1998) se denotaba una tendencia a modificar la estructura productiva de la guayaba en el país, por la reducción de superficie plantada en estados como Aguascalientes y Zacatecas, debida a dos heladas severas ocurridas en 1997 y 1998. A partir de este año se observa un crecimiento notable en la superficie destinada al cultivo de la guayaba en Michoacán con un incremento de más del 90%; sin embargo hasta la fecha el 90% de la producción a nivel nacional se concentra en los estados de Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas. Según la información obtenida durante la investigación, se considera que

las cifras del SIAP no corresponden con la realidad en lo que se refiere a la superficie plantada; ya que este reporta una superficie aproximada de 6600 ha. En un análisis sobre las huertas de Calvillo, realizado por la SEDRAE, se reportan 4662 ha. Aunque no se presentan cambios significativos en las cifras oficiales (**Figura 2**), la información proporcionada por SEDRAE y la que se obtuvo mediante entrevistas indica que la superficie ha disminuido como consecuencia de fenómenos climáticos extremos y factores socioeconómicos.

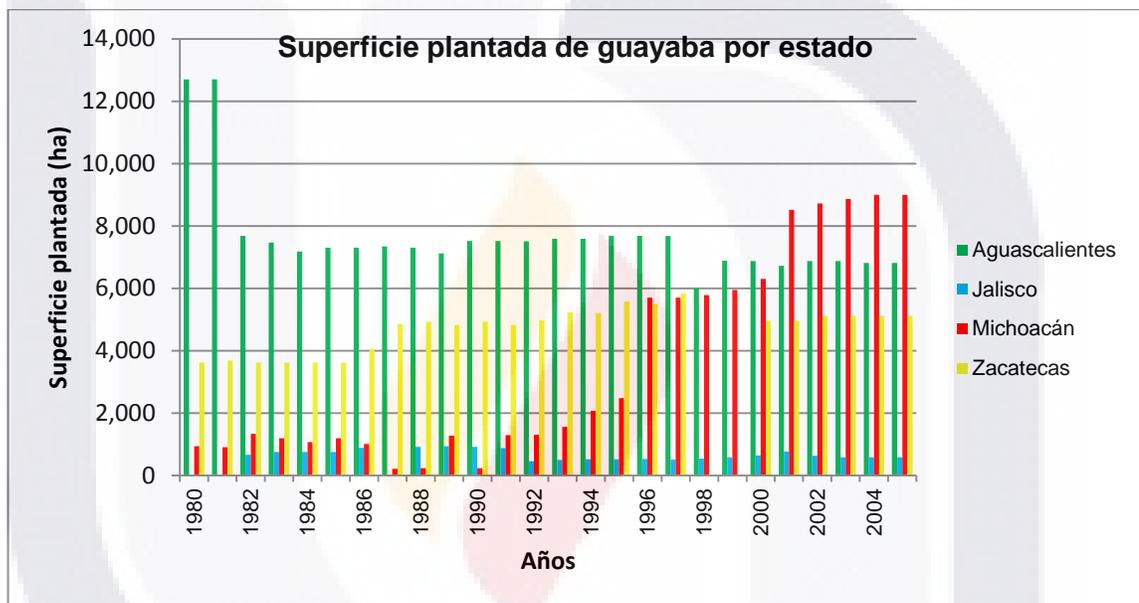


Figura 2 Superficie plantada en principales estados productores (1980-2005)
Fuente: SIAP-SAGARPA (2017)

En Calvillo la caída en la rentabilidad del cultivo de guayaba y las crisis recurrentes que había enfrentado la ganadería por más de 10 años de sequías, motivaron a muchos propietarios y usuarios de la tierra a emigrar a los Estados Unidos, con el consecuente abandono de tierras, situación que ha propiciado su renta al mejor postor y en muchos casos el abandono del cultivo de guayaba.

En Zacatecas, en la región de Juchipila se analizó el cultivo de guayaba (Aguilar G., 2011) bajo un modelo que identifica a los actores sociales que participan en el proceso productivo del cultivo de la guayaba. El conocimiento y difusión de las innovaciones tecnológicas han sido una alternativa para una mayor productividad y un manejo sustentable de los recursos naturales. Se abordan las consecuencias de los

fenómenos climáticos en el cultivo, sobre todo las consecuencias de las heladas ocurridas en 1997 y 1998 donde las bajas temperaturas que se presentaron afectaron la producción y en algunas huertas ocasionaron daños que variaron en intensidad, llegando en casos extremos a la muerte de los árboles expuestos a este fenómeno climático.

Según Sangerman (2013) algunos aspectos que deberían considerarse en la problemática de la producción de guayaba son: variedad de guayaba, superficie sembrada, variedades para la región, tiempo de siembra, costos de producción, decisión para cambiar las variedades, venta del cultivo, rendimientos, venta de la cosecha, jornales y participación familiar en el proceso del cultivo, así como malezas, plagas y enfermedades y su combate, y el uso de fertilizantes. La edad, tamaño, tipo de tenencia de la tierra, sistema de riego, fuente de agua, asistencia técnica son factores de influencia.

Los principales factores que limitan la productividad de las huertas son: escasez y uso ineficiente del agua de riego, poco uso de fertilizantes químicos, podas inadecuadas, presencia de plagas (picudo de la guayaba, mosca de la fruta y temolillo), enfermedades (clavo y peca) y nematodos noduladores, cuya interacción redundan en el bajo rendimiento.

Las diferencias en cuanto al manejo del cultivo en las diferentes zonas productoras, se presentan debido a que el guayabo es visto sólo como un frutal de recolección al cual se le da un mínimo manejo con poca inversión de insumos, lo cual reduce el rendimiento y la calidad del fruto obtenido.

Las técnicas de cultivo empleadas en la actualidad por la mayoría de los productores primarios han alcanzado resultados discretos, ya que no han mejorado de manera significativa la productividad ni la calidad del fruto obtenido, debido a que las técnicas agronómicas, de poda, de fertilización y de riego, entre otras, no han tenido el impacto deseado por mala aplicación de las mismas o por el empeño en mantener técnicas obsoletas. Los problemas se profundizan por los impactos de plagas y enfermedades de la guayaba y su control deficiente, que vienen a incrementar las mermas que afectan al rendimiento de las huertas. Otras limitantes de la productividad son: los altos costos de producción, vida de anaquel corta, estacionalidad de la cosecha, des-uniformidad en la calidad del fruto, y falta de inocuidad en otros.

Para alcanzar modos de vida sustentable y el aprovechamiento de los recursos naturales es necesario considerar la complejidad de los sistemas, las múltiples relaciones establecidas entre aspectos sociales, culturales, ambientales, económicos e institucionales, y los cambios que se producen en el tiempo (Tenza A., 2014). Es importante analizar el agroecosistema de las huertas de guayaba desde un enfoque de SSE complejo.



Objetivos e hipótesis

Objetivo general

Analizar las interrelaciones de los elementos que influyen en el funcionamiento del SSE de las huertas de guayaba de Calvillo, Aguascalientes para determinar su situación actual y perspectivas.

Objetivos específicos

- Identificar los elementos que componen el SSE de las huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.
- Identificar las interrelaciones de los elementos que componen el SSE de las huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

Hipótesis de investigación

Las interrelaciones de los elementos sociales (edad, situación económica, formas de organización social de los productores), del medio físico (disponibilidad de agua, suelo, clima) y productivos (manejo agronómico) que conforman al SSE de las huertas de guayaba de Calvillo determinan su estructura y funcionamiento.

El abandono de las huertas de guayaba en Calvillo depende no sólo de factores externos (climáticos y de mercado), sino también de factores internos como la edad, situación económica y organización social del productor.

La continuidad del sistema depende de la permanencia de los productores con estabilidad económica lo que les permitirá enfrentar las consecuencias generadas por las relaciones negativas que se presentan entre los elementos del medio físico, socioeconómico y productivo.

Materiales y métodos

Descripción y localización del área de estudio

Ubicación geográfica

El municipio de Calvillo se encuentra al oeste del estado de Aguascalientes, México. Se ubica entre los paralelos 22° 07' y 21° 42' de latitud norte y los meridianos 102° 31' y 102° 53' de longitud oeste (**Figura 3**). Presenta altitudes entre 1,500 y 2,900 msnm. Colinda al norte con el estado de Zacatecas y el municipio de San José de Gracia; al este con los municipios de San José de Gracia, Jesús María y Aguascalientes; al sur con los estados de Jalisco y Zacatecas, al oeste con el estado de Zacatecas. Cuenta con una superficie de 914.9 kilómetros cuadrados por lo que ocupa el 16.6% de la superficie estatal. Calvillo cuenta con una población total de 50,183 habitantes distribuidos en 296 localidades.

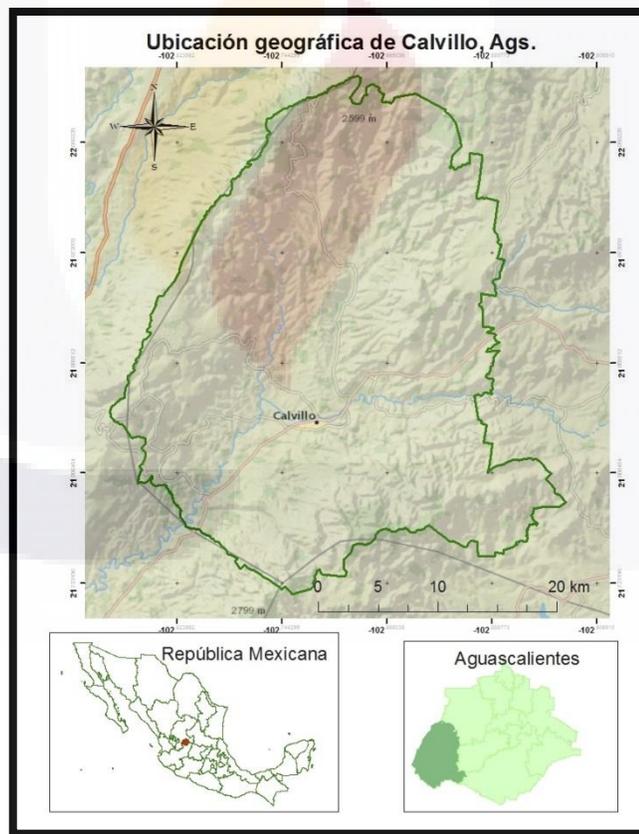


Figura 3 Ubicación geográfica del municipio de Calvillo.

Fuente: Elaboración propia.

La superficie plantada con guayaba según datos del SIAP (2017) es de 6,269 ha; sin embargo, en un análisis de superficie realizado por la Dirección de Sistemas de Información Geográfica de la SEDRAE la superficie es de 4,662.32 ha que se encuentran distribuidas en el municipio en 13 zonas de producción (**Figura 4**) destacando por su superficie Mesa Grande, Malpaso, Media Luna, seguida por La Labor entre las cuatro principales (**Figura 5**).

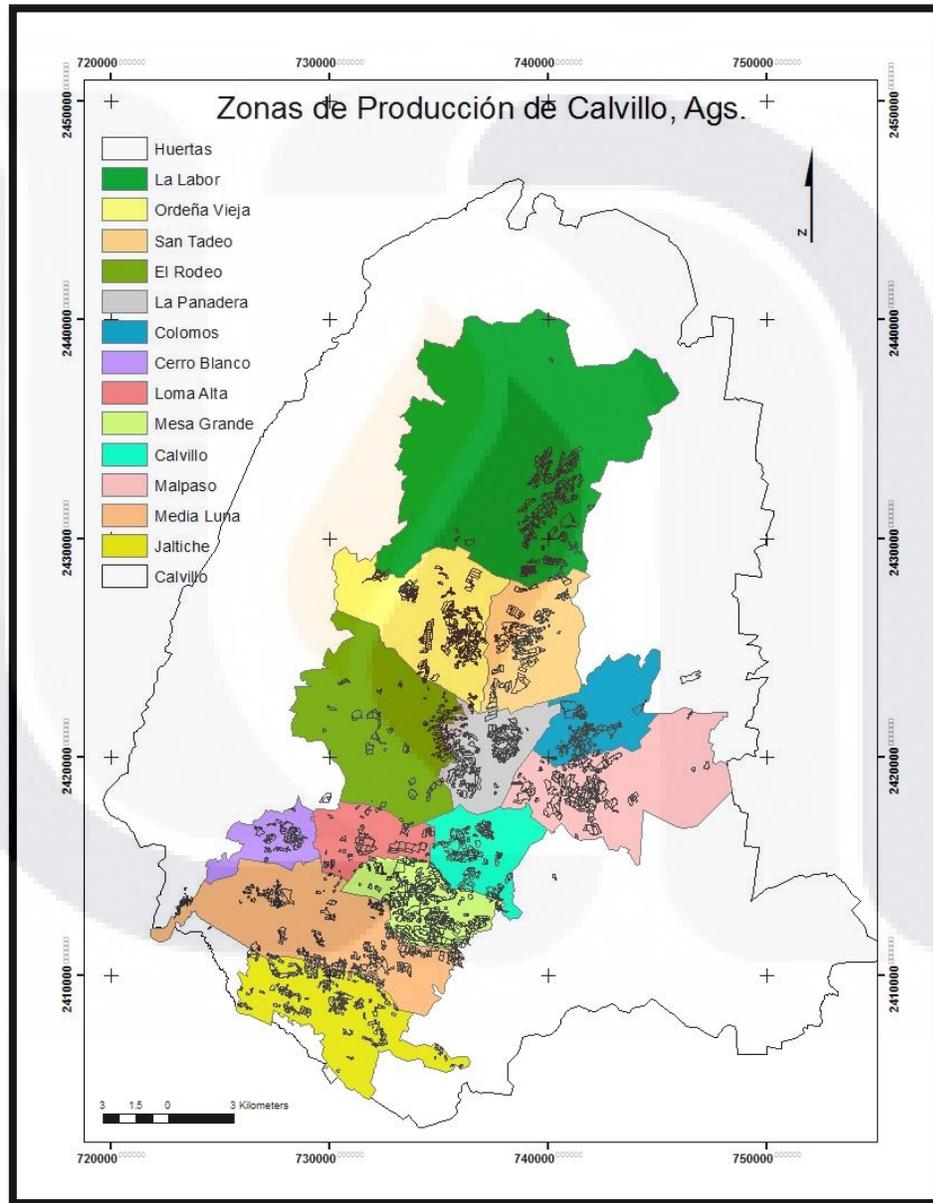


Figura 4 Zonas de producción en Calvillo, Aguascalientes.

Fuente: Elaboración propia. Datos Dirección de Sistemas de Información Geográfica. SEDRAE 2015.



Figura 5 Superficie de huertas por zona de producción

Fuente: Elaboración propia. Datos Dirección de Sistemas de Información Geográfica. SEDRAE 2015.

Clima

El rango de temperatura media varía de 13 a 19 °C. La precipitación media anual entre 500 y 800 ml (**Figura 6 y 7**). Los grupos de climas presentes en el territorio son: templado de los templados y seco (**Cuadro 2**). Se distribuyen como lo muestra la **Figura 8**.

Cuadro 2 Tipos de clima presentes en Calvillo, Ags.

Grupo	Subgrupo	Clave	%
Templado de los templados	Semicálido de los templados	(A)C(w0)(w)	3
	Templado de los templados	C(w0)(w)	45
	Templado de los templados	C(w1)(w)	10
Seco	Semicálido con invierno fresco de los secos	BS1hw(w)	37
	Templado verano cálido de los secos	BS1kw(w)	5

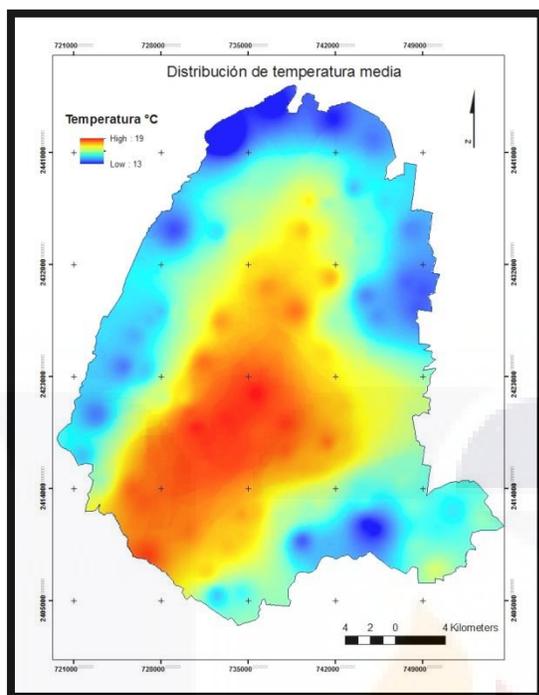


Figura 6 Distribución de temperatura media en Calvillo, Ags.

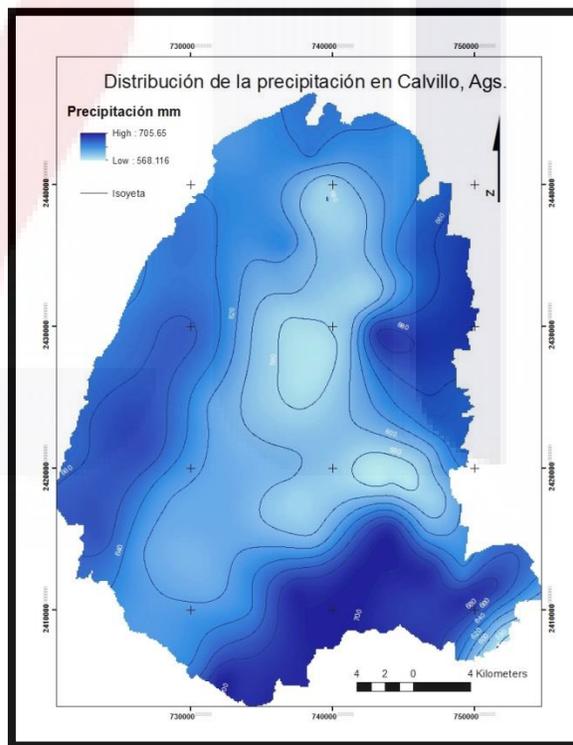


Figura 7 Distribución de la precipitación en Calvillo, Ags.

Fuente: Elaboración propia. Datos UNIATMOS. Climatología continental 1902-2011.

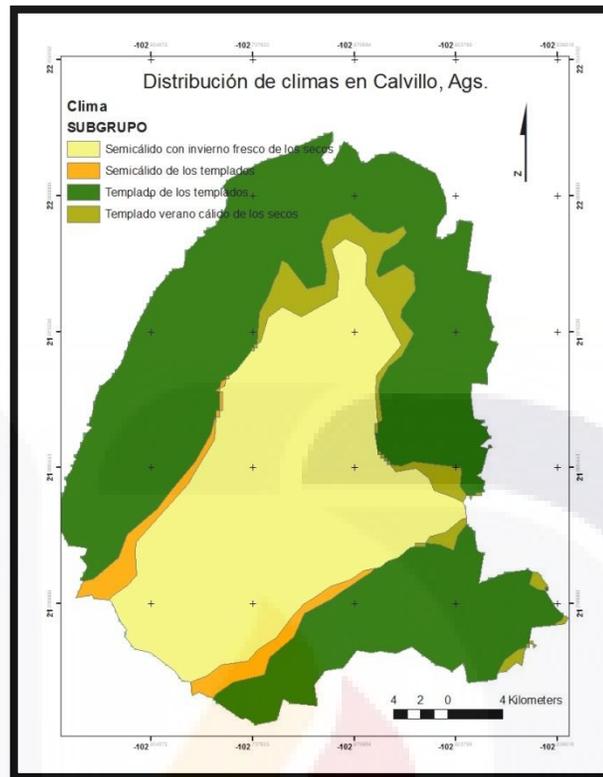


Figura 8 Distribución de climas en Calvillo

Fuente: Elaboración propia. Datos carta climática 1:1000000 INEGI.

Uso de suelo y vegetación

Al norte y sur del Municipio se localiza bosque de encino con vegetación arbustiva y bosque de coníferas. En el centro del valle se localizan las zonas de agricultura de riego y temporal. Se observan franjas de pastizal natural en el centro del valle. De suroeste a centro se ubica una región de matorral subtropical. Al sur dos áreas de selva mediana subperennifolia (**Figura 9**).

Descripción de la vegetación natural

Bosque de coníferas: El bosque de pinos es el de mayor importancia, representado por el género *Pinus*, localizado al sur del municipio.

Bosque de encino: Está conformado por especies del género *Quercus*, pudiendo presentar árboles de 6 a 8 o hasta de 30 metros. Se distribuye en los extremos del municipio de Calvillo al noroeste, noreste y sureste.

Pastizal: Vegetación dominada por gramíneas o pastos. Se presentan especies consideradas de alto valor forrajero como *Bouteloua gracilis*, *B. curtispindula*, *B.*

repens, *B. chondrosioides* y *Buchloe dactyloides*. Los arbustos y árboles son escasos, están dispersos y sólo se concentran en las márgenes de ríos y arroyos.

Matorral subtropical: Entre las especies más frecuentes de este tipo de vegetación se encuentran la *Bursera* spp., *Ceiba aesculifolia* e *Ipomea* spp. Son comunes cactus de formas columnares, como *Neobuxbaumia* spp. Este tipo de vegetación se ubica al centro de Calvillo en las zonas más bajas.

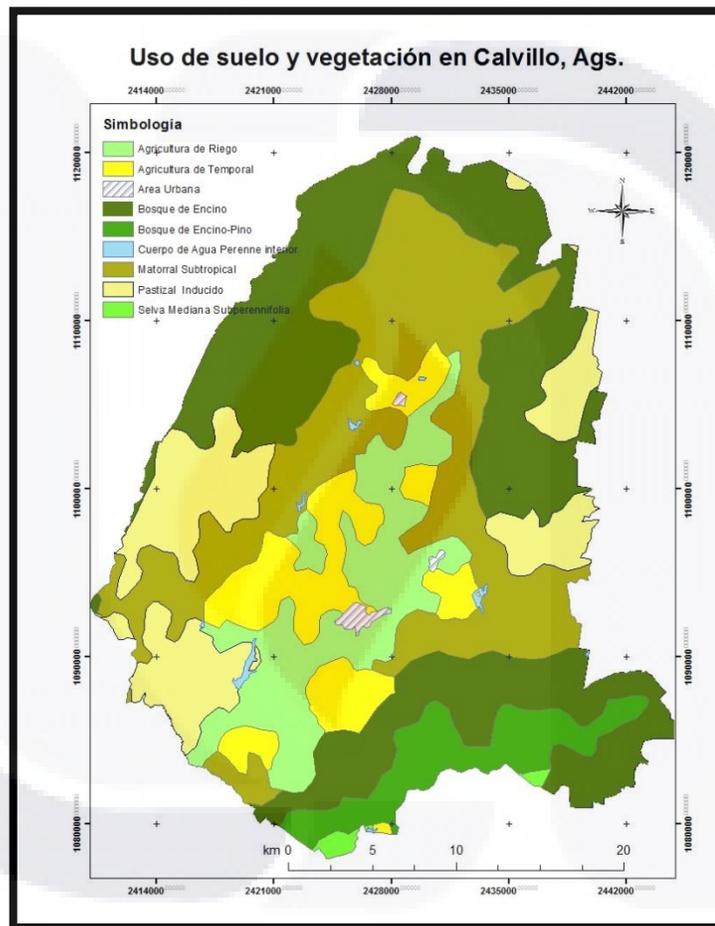


Figura 9 Uso de suelo y vegetación de Calvillo

Fuente: Elaboración propia. Datos carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:1000000 INEGI.

Este trabajo se realizó con un enfoque de sistema complejo, por lo que se analizaron elementos socioeconómicos, culturales, políticos y físicos de la región, con el fin de identificar un sistema con sus elementos, sus relaciones internas significativas y sus condiciones de contorno. El sistema de estudio se desglosó por áreas

problemáticas específicas -agrupaciones sistémicas de elementos estrechamente vinculados a las mismas- denominados subsistemas. Cada subsistema comprende, a su vez, diversos subsistemas con complejas relaciones internas, pero que están suficientemente bien diferenciados para ser considerados unidades de análisis cuyas propiedades integrales y relaciones mutuas definen las características del sistema total (García R. , 2006). Se analizarán los elementos que conforman los subsistemas y las condiciones de contorno propuestos para este estudio.

Subsistema Medio físico

Fuentes de agua

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los almacenamientos subterráneos y superficiales de agua en el municipio de Calvillo, la cual se obtuvo de la Dirección de Agua Subterránea de la comisión Nacional de Agua (CONAGUA) Delegación Aguascalientes y del Sistema de Seguridad de Presas de la CONAGUA. Asimismo se se realizó un análisis espacial sobre los almacenamientos de agua mediante Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.0 ESRI.

Suelo

Se realizó un análisis de sobre tipo de suelo mediante SIG ArcGis 10.0 ESRI de las zonas de producción de Calvillo. La información se obtuvo del Conjunto de datos vectorial edafológico escala 1:250000 Serie II (Continuo Nacional) del INEGI.

Relieve y Altitud

Se realizó un análisis del relieve mediante el SIG ArcGis 10.0 ESRI para cada una de las zonas de producción de Calvillo. Para realizar el análisis de relieve y altitud se utilizó el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) 3.0 del INEGI en formato raster con una resolución de 30 m.

Subsistema Agroproductivo

Características de las huertas

La información sobre la ubicación, diseño topológico y edad de las huertas se obtuvo a partir de datos proporcionados por la Dirección de Sistemas de Información Geográfica de la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial SEDRAE. La información sobre el manejo agronómico de las huertas se obtuvo a partir de revisión bibliográfica, entrevistas y talleres.

Subsistema Socioeconómico

Base social, fuerza de trabajo, organización social

La información sobre los elementos que conforman este subsistema se obtuvo a partir de revisión bibliográfica, entrevistas y talleres.

Entrevista

Se aplicó una entrevista semiestructurada (Anexo A) a productores de guayaba de Calvillo. La selección de los productores se realizó mediante un muestreo estratificado al azar. Se aplicaron 47 entrevistas a productores de las diferentes zonas de producción del municipio de Calvillo. Se desarrolló un taller de participación con fines empresariales en la localidad de La Labor con la Integradora “La Labor, S.A. de C.V.”

Condiciones de Contorno

Clima

Se realizó un análisis de las variables temperatura, precipitación y probabilidad heladas en el municipio de Calvillo, Aguascalientes. La temperatura y precipitación del municipio de Calvillo se analizó desde dos perspectivas:

- Análisis histórico de temperaturas

Los datos históricos se obtuvieron de 8 estaciones del SMN presentes en el municipio de Calvillo. Se empleó una serie de 25 años, los datos faltantes se generaron mediante el software ClimGen.

- Análisis de los datos de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) para datos históricos y escenarios climáticos.

De la página Atlas Climático Digital de México, de UNIATMOS se obtuvo el modelo de la superficie climática con resolución temporal mensual generada a partir de la superficie climática correspondiente en la base de WorldClim (1950-2000) y de la base climatológica diaria (1902-2011) de más de 5,000 estaciones meteorológicas del SMN de la CONAGUA.

Se utilizará el escenario para el año 2030 de temperatura media y de precipitación con base en el modelo HADGEM1 A2 y se realizará el procedimiento mencionado anteriormente. Se utilizó ArcGis 10.0 de ESRI para realizar el análisis histórico y de escenario climático.

Resultados y discusión

Medio físico

Fuentes de agua: Presas y pozos

La guayaba es un cultivo que requiere agua a lo largo del año para poder producir. En Calvillo el establecimiento de las huertas de guayaba se realizó conforme surgieron las fuentes de almacenamiento de agua.

Años atrás las huertas y otro tipo de cultivos se establecieron en márgenes del Río Calvillo, en la actualidad este río, que cruza el Valle de Noreste-Suroeste, no presenta flujo base debido al establecimiento de obras de almacenamiento y por la sobreexplotación del acuífero, sólo en época de lluvias presenta escurrimiento (CONAGUA, 2015).

Actualmente el suministro de agua para el riego de las huertas de guayaba en Calvillo proviene de seis presas y pequeños bordos. Siete zonas de producción utilizan agua de presa para el riego de las huertas (**Cuadro3**); sin embargo solo en las zonas de La Labor y Ordeña Vieja en la mayoría de los casos se utiliza exclusivamente el agua de presa. En las zonas restantes se combina el agua de presa con agua de pozo ó exclusivamente agua de pozo.

Cuadro 3 Principales presas de Calvillo, Aguascalientes.

Nombre de la Presa	Ubicación	Año de construcción	Capacidad (Mm ³)	Zona de Producción
Media Luna	Cauce del río Calvillo	1976	15	Media Luna
Malpaso	1.5 km al E de Malpaso sobre cauce del río Gil	1934	6.146	Malpaso Colomos
La Codorniz	Cauce del río La Labor	1966	4.4	La Labor
Ordeña Vieja	Cauce del arroyo Mezquitillos	1974	4	Ordeña Vieja
Las Moras	Cauce del arroyo Las Moras	1900	500,000	Mesa Grande
La Boquilla	Cauce del arroyo Cerro Blanco	1922	326,000	Cerro Blanco

Mm³ = Millones de metros cúbicos

Fuente: Sistema de Seguridad de Presas CONAGUA (2015)

En lo que se refiere a los almacenamientos de agua subterránea, en Calvillo existen 138 pozos de uso agrícola según la información proporcionada por CONAGUA Delegación Aguascalientes (**Figura 10**), estos pozos extraen el agua del Acuífero Valle de Calvillo.

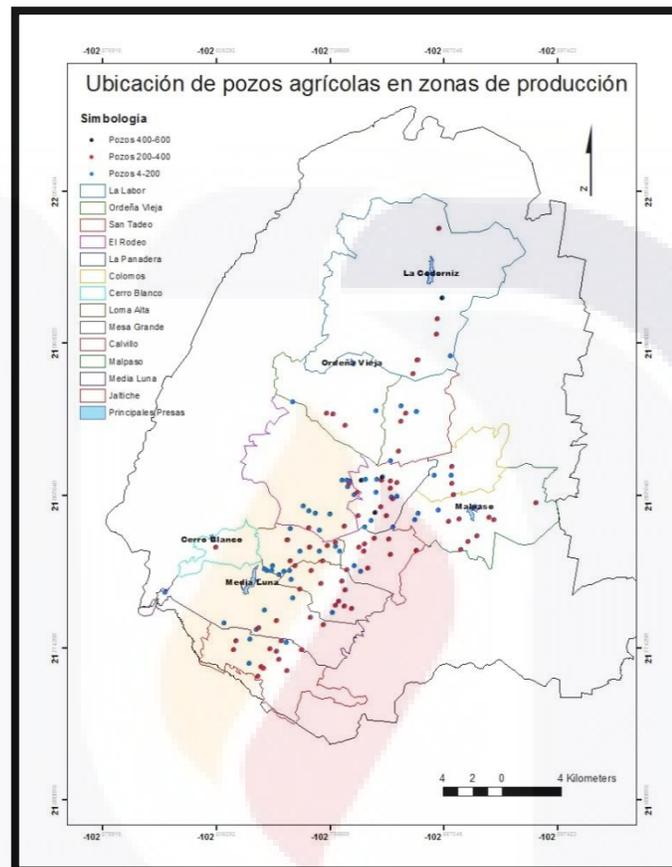


Figura 10 Ubicación de pozos agrícolas en las zonas de producción

Fuente: Elaboración propia. Datos Subdirección de Agua Subterránea de la CONAGUA Delegación Aguascalientes.

El acuífero Valle de Calvillo se localiza, en la Región Hidrológica No. 12, Lerma-Chapala-Santiago, en la cuenca del Río Juchipila, específicamente en la subcuenca del Río Calvillo. El acuífero forma parte de la cuenca del río Calvillo que lo cruza en dirección Noreste-Suroeste, recibe por su margen izquierda las aguas de los ríos el Taray y Gil, y por su margen derecha, la del arroyo Peña Blanca (CONAGUA, 2015).

Las profundidades del nivel estático del acuífero Valle de Calvillo son muy variadas, un análisis realizado con valores de 1972 a 1997, revela que el abatimiento medio anual en el Valle es de 2.0 m, con máximos de hasta 4.0 m en las inmediaciones de las zonas agrícolas localizadas al sur de la ciudad de Calvillo (CONAGUA,2015).

Las zonas de producción que destacan por tener un mayor número de pozos son Loma Alta (8), La Panadera (5) y El Rodeo (4). Los pozos más profundos se encuentran en la zona de La Labor y La Panadera. En tres zonas de producción se concentra el 48% de los pozos con profundidad mayor a 200; Calvillo, Mesa Grande y Jaltiche (**Figura 11**).

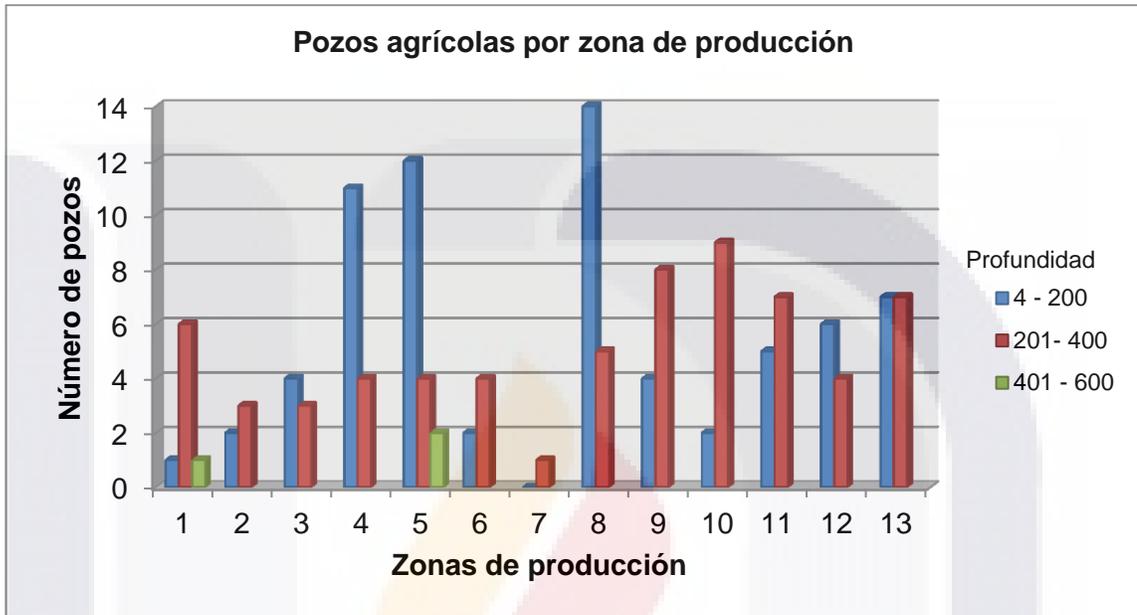


Figura 11 Número de pozos agrícolas por zona de producción

Fuente: Subdirección de Agua Subterránea de la CONAGUA Delegación Aguascalientes.

La profundidad de los niveles estáticos varía de 50 m en las partes laterales del Valle hasta 130 m en el centro del mismo, en una pequeña zona localizada hacia el sur de la ciudad de Calvillo. Respecto a los niveles dinámicos, éstos varían dependiendo del caudal extraído, del tiempo de operación de los pozos y de las características hidrodinámicas locales del acuífero en el área de influencia del bombeo. Con los caudales comunes de explotación, de 2 a 50 lps, los abatimientos registrados en el nivel dinámico, fluctúan entre 10 y 40 m, pero en términos generales, se ha observado que los niveles de bombeo presentan profundidades mayores a los 140 m en las zonas de concentración de pozos agrícolas (CONAGUA,2015).

Respecto al acuífero del Valle de Calvillo, estudios técnicos recientes concluyen que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debida a los cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua (**Cuadro 4**).

Cuadro 4 Disponibilidad de agua en el Acuífero Valle de Calvillo

ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
	Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
Valle de Calvillo	25.0	2.0	40.9	40.0	0.000	-17.9

R: Recarga media anual

DNCOM: Descarga natural comprometida

VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea

VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudio técnicos

DAS: Disponibilidad media anual de agua subterránea.

Considerando que 6 zonas de producción de Calvillo emplean agua de pozo para el riego de las huertas, es necesario recalcar la situación en la que se encuentra el Acuífero del Valle de Calvillo; ya que el agua es un recurso esencial para la producción de la guayaba e influye de manera importante en los costos de producción. Existe gran variabilidad entre los costos del agua de presa y la que se obtiene de pozo; en el primer caso los productores aportan una cuota anual y pago al canalero, mientras que el costo del agua de pozo depende de la profundidad del pozo, del equipo de bombeo y de la organización de los productores. Además de la modificación del equipo según el cambio de profundidad de extracción y/o el mantenimiento necesario.

Suelo

Los principales suelos que se encuentran en Calvillo son pheozems (33%) y leptosoles (23%) (Cuadro 5).

Cuadro 5 Porcentaje de clase de suelo por zona de producción

	Porcentajes de suelo presentes por zona de producción													Calvillo
	Zona de producción													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Regosol	63		49	10	40	80	65	50	82	74	15	78	96	19
Pheozems	3					20	35		18	26	83	19	4	33
Fluvisol	8	34	13	8	7			3			2			3
Calcisol	7	63	8	24	52									5
Kastañozem				56	1			47	0					2
Leptosol	3	3		2								3		23
Cambisol	16		30											5
Luvisol														7

Fuente: Datos Carta Edafología INEGI.

Mientras que los tipos de suelo en los que se encuentran las huertas de guayaba son los regosoles, pheozems y calcisoles (**Figura 12**). Cada una de estas clases de suelo presenta un contenido nutrimental diferente y con necesidades variables de fertilizante y manejo.

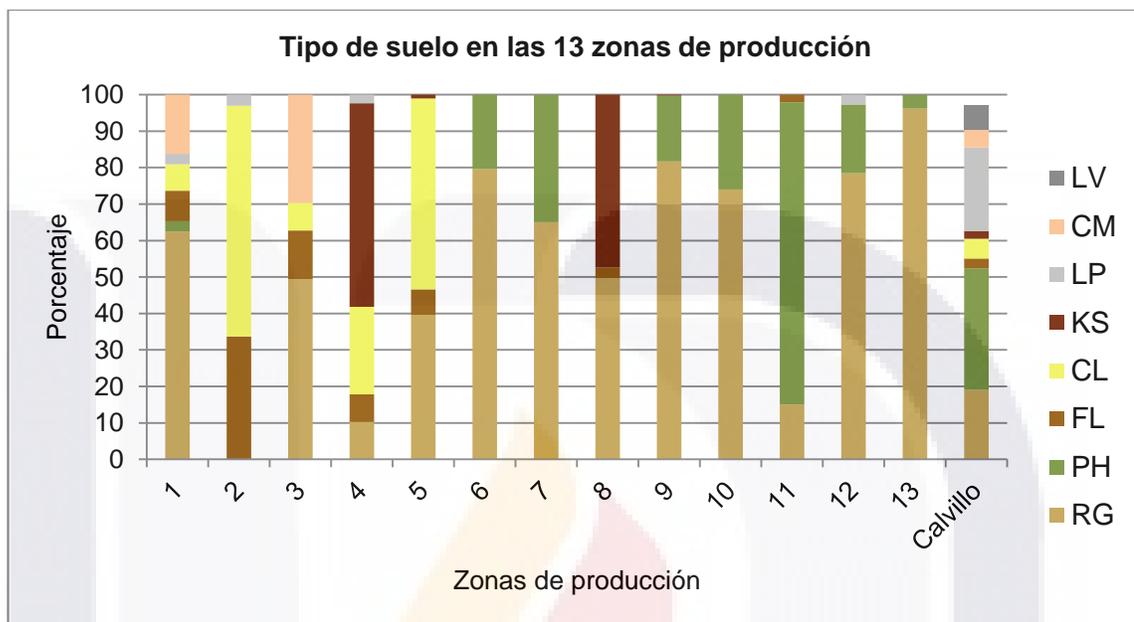


Figura 12 Porcentaje de tipo de suelo por zona de producción

Fuente: Datos Carta Edafología INEGI.

El guayabo no es muy exigente en cuanto a suelo ya que se puede establecer en una gran variedad de texturas, pero prefiere suelos francos, limosos y franco-arcillosos; tolera un nivel considerable de sales, principalmente altas concentraciones de cloruros. Para tener un buen crecimiento se requieren suelos ricos con abundante agua pero en aquellos que son ligeramente arenosos, es necesario agregar composta en las cepas de plantación del arbolillo y cubrir con paja el cajete. El terreno debe tener buen drenaje, aunque se ha visto creciendo espontáneamente en terrenos con un alto nivel freático, lo que indica su tolerancia a una mayor humedad con respecto a otras especies frutales (CONACYT, 2013).

Los Phaeozems son suelos oscuros ricos en materia orgánica, se encuentran en ambientes cálidos a frescos por lo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; suele estar en tierras llanas a onduladas, la vegetación natural es pastizal y/o bosque. Son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas. La erosión

eólica e hídrica es un peligro grave para este tipo de suelos (IUSS-WRB, 2007). Sólo 3 zonas de producción presentan este tipo de suelo en por lo menos la tercera parte de sus huertas: Calvillo, Malpaso y Cerro Blanco (**Figura 13**). Según la información obtenida en las entrevistas realizadas en Malpaso, se encuentran algunas de las huertas de más edad en el municipio; ya que años atrás producir guayaba en esta zona no presentaba demasiados inconvenientes porque cuenta con agua de presa para riego y un tipo de suelo favorable para la agricultura.

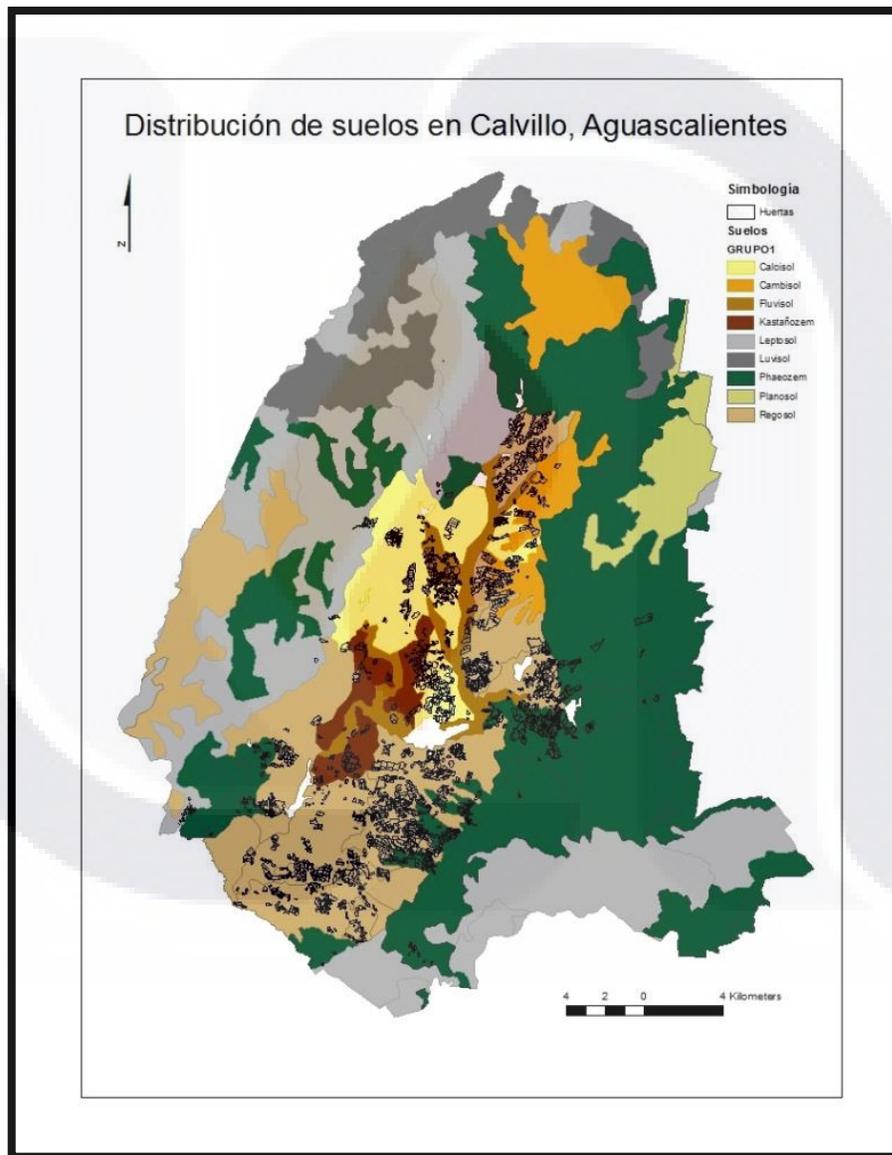


Figura 13 Distribución de suelos en Calvillo

Fuente: Elaboración propia. Datos Carta Edafología INEGI.

Los Calcisoles presentan una acumulación secundaria sustancial de calcáreo secundario. Están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. La vegetación natural es escasa y dominada por arbustos y árboles xerófitos y/o pastos efímeros. De manera natural este tipo de suelos está bajo arbustos, pastos y hierbas que se usan para pastoreo extensivo. Los cultivos tolerantes a sequía pueden hacerse de secano, preferiblemente después de uno o unos pocos años de barbecho, pero los Calcisoles alcanzan su máxima capacidad productiva sólo cuando son cuidadosamente regados. Aproximadamente 20 cultivos vegetales han sido producidos exitosamente en Calcisoles bajo riego y fertilizados con nitrógeno, fósforo y microelementos como hierro y zinc (IUSS-WRB, 2007). El riego por inundación ocasiona encostramiento superficial. Este tipo de suelos se encuentra en la mayoría de las huertas de la zona de producción Ordeña Vieja (63.3%) y El Rodeo (52%).

Los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados. Están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. No hay desarrollo del perfil o es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo. Los Regosoles con 500 - 1 000 mm anuales de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo resuelve el problema pero raramente es económico. Cuando la lluvia excede 750 mm anuales, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas (IUSS-WRB, 2007).

El guayabo se adapta bien en una amplia gama de suelos en la región, desde los arcillosos y orgánicos de buen drenaje, hasta los arenosos y calcáreos, aunque no sean profundos (González G., 2002). En ocho de las zonas de producción al menos el 50% de las huertas esta sobre suelo de tipo regosol; que como se menciona no posee características que favorezcan las actividades agrícolas. En varios casos la tierra con la que se llenaron los cajetes en donde se encuentra el guayabo fue traída de otro lugar para compensar las deficiencias del suelo de la zona de producción.

Cada tipo de suelo presenta distintas características de permeabilidad y por tanto modifica los requerimientos de agua de los guayabos en las distintas zonas de

producción. En las huertas que se encuentran en suelos con baja retención de humedad son necesarios riegos más frecuentes o con una mayor duración, lo que aumenta los costos de producción.

Los suelos sanos mantienen una comunidad variada de organismos del suelo que ayudan a controlar las enfermedades de las plantas, insectos y malezas, forman asociaciones simbióticas beneficiosas con las raíces, reciclan nutrientes esenciales para las plantas, mejoran la estructura del suelo con efectos positivos para el agua del suelo y la capacidad de retención de nutrientes, y en última instancia mejoran la producción agrícola. Un suelo sano también contribuye a la mitigación del cambio climático, manteniendo o aumentando su contenido de carbono (Bot A., 2005). A través de los años los productores han modificado las características del suelo que se encuentra en los cajetes debido a las labores culturales que realizan como la aplicación de abonos y fertilizantes; por lo que ha perdido características que favorecen el desarrollo del cultivo. Esto implica un aumento de los costos de producción; ya que los productores tienen que realizar labores para mejorar la calidad del suelo.

Relieve y Altitud

En cuanto a la topografía, se recomienda establecer los árboles en las partes altas, con orientación hacia el sur y nunca en partes bajas para evitar problemas de heladas (González G., 2002). El 84% de la superficie del municipio presenta pendientes de clase inclinada a escarpada (**Cuadro 6**).

Cuadro 6 Clases de pendiente en Calvillo, Aguascalientes.

Id Clase de pendiente	Clase de pendiente (%)	Superficie (ha)	IR %
1	Plano (0-.2)	2731.2	2.93
2	Nivel (.2-.5)	548.7	0.59
3	Cercano al nivel (.5-1)	946.7	1.01
4	Muy ligeramente inclinado (1-2)	1857.8	1.99
5	Ligeramente inclinado (2-5)	8561.2	9.18
6	Inclinado (5-10)	20192.0	21.64
7	Fuertemente inclinado (10-15)	14307.3	15.34
8	Moderadamente escarpado (15-30)	27955.6	29.97
9	Escarpado (30-60)	15539.5	16.66
10	Muy escarpado (>60)	653.1	0.70
Total		93293.1	

IR= Importancia relativa respecto a la superficie municipal IRM = (Sup. Por clase/Sup. Mun)

Fuente: Elaboración propia. Datos CEM 3.0 INEGI.

La mayoría de las huertas, en las 13 zonas de producción se encuentran en terrenos con pendientes de clase inclinada y fuertemente inclinada (**Figura 14**) (Anexo C).

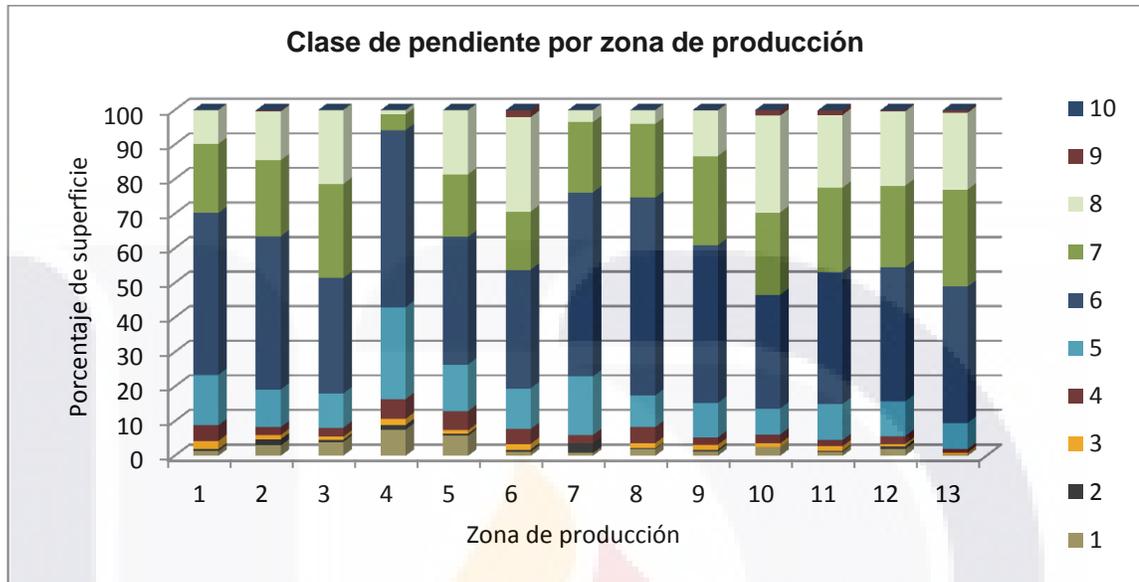


Figura 14 Superficie de clase de pendiente por zona de producción

Fuente: Datos CEM 3.0 INEGI.

El cultivo prospera en lomeríos por lo que resulta extremadamente fácil de implantar en cualquier lugar que presente las mínimas condiciones de humedad y suelo disponibles, lo cual lo hace muy competitivo en relación con otros frutales. Según Mendoza (2004) y Soza (2012) el guayabo se puede cultivar en laderas de gran pendiente siempre que sean terraceadas previamente, esto ayuda a disminuir la escorrentía y el arrastre del suelo; sin embargo, se debe considerar que algunos productores en Calvillo utilizan el riego por gravedad y en terrenos con pendiente inclinada los riesgos de erosión son elevados. El acceso a las huertas es complicado lo que dificulta algunas labores culturales y aumenta los costos de manejo. Cuando se siembra en terrenos inclinados, se produce mayor lavado o pérdida de suelo y de nutrientes, bajando así la fertilidad y la capacidad productiva del mismo (FHIA, 2011). Se estima que alrededor del 94% de la superficie cultivada con guayaba es de riego, principalmente por bombeo, ya que se trata de superficies con diversos grados de inclinación, lo cual encarece los costos de producción de manera importante (Solarte M., 2010).

Subsistema agroproductivo

Las huertas de guayaba de Calvillo

México es uno de los países donde tiene su origen la guayaba, existe gran diversidad de genotipos y las primeras plantaciones comerciales se establecieron en la zona de Calvillo, con materiales de diferente origen (silvestres, de traspatio o de huertos familiares) seleccionados por los propios productores. Los métodos de propagación utilizados (semilla e “hijuelos”) contribuyeron también a la mezcla de genotipos dentro de las huertas. Por lo tanto, los huertos no son homogéneos en tipo, ni en calidad, ya que en una misma huerta se pueden tener árboles muy productivos, tardíos, precoces, de fruta redonda, ovoide, etc., lo cual trae consigo gran variabilidad en la calidad de la fruta y un período muy largo de cosecha.

La guayaba se cultiva en el municipio de Calvillo desde hace más de un siglo (Rojas, 1981) (González, 1986) (López, 1991), principalmente al margen del Río Calvillo. Existen registros oficiales de huertas de guayaba desde 1824 (López, 1991). Los productores mencionan que los guayabos más “viejos” y probablemente “silvestres” se encuentran en las presas de Los Palillos, Malpaso y Cerro Blanco, posteriormente las huertas se plantaron a la vez que se construían otros almacenamientos de agua.

Hasta mediados de los años 80 (SIAP, 2017) Calvillo era el principal productor de guayaba a nivel nacional con 7,300 ha de superficie plantada, por lo que la producción de guayaba en aquellos años era una actividad rentable. A finales de los años 70 surge la primera organización social por parte de los productores: “Unión de Guayaberos”. Esta asociación representó a los guayaberos hasta el año 2000 aproximadamente, para estas fechas surge a nivel nacional el COMEGUAYABA A.C. constituido por los Consejos Estatales (González G., 2002). Desde entonces a la fecha la comercialización de la guayaba se encuentra concentrada en pocos compradores e intermediarios que monopolizaban el mercado. Según registros de la SEDRAE existen alrededor de 2000 guayaberos. Sin embargo, esta no es una cifra exacta; ya que actualmente se presentan problemas respecto a la propiedad de las huertas por falta de los trámites legales correspondientes ante situaciones de compra-venta o herencia.

Las huertas de los productores entrevistados tienen en promedio una edad de 36 años. Existen huertas que fueron recientemente plantadas (1 año) hasta una que tiene 60 años ubicada en la zona de producción de Mesa Grande.

El tamaño de las huertas de los productores entrevistados se encuentra entre 1 ha y 20 ha. Con un promedio de 3 ha. En el 50% de los casos los productores han trabajado sus huertas desde que las plantaron. Los productores decidieron plantar guayaba porque era el cultivo mejor pagado en otros años en la región. En algunos casos el gobierno dio apoyo para iniciar el establecimiento de la huerta, como en la Zona de producción de La Labor. Otros productores adquirirían las plantas con sus conocidos y las labores culturales que realizaban en sus huertas era por experiencias personales entre productores.

Según las entrevistas realizadas, en la actualidad se presentan situaciones de reconversión, venta y abandono de huertas. Entre las razones más comunes que obligan a los productores a vender su huerta se encuentra la falta de recursos económicos para seguir dando mantenimiento a los árboles.

Otra razón por la que los productores venden la huerta es por su edad. En algunos casos los hijos del productor o algún otro integrante de la familia ayudan a realizar las labores de la huerta. Cuando el productor no tiene las capacidades físicas para seguir atendiendo de manera personal la huerta y no cuentan con apoyo familiar, la venta es una opción.

Existen casos donde la huerta se vende por necesidad económica; en otros, aunque les ocasione problemas los productores deciden permanecer con la huerta, manifiestan lo complicado de “mantenerla durante tantos años para deshacerse de ella”.

El 8.5% de los entrevistados tiene abandonada la huerta. En las huertas abandonadas permanecen los árboles pero no están en producción. Existen huertas donde todos los árboles se secaron y otras donde el porcentaje de árboles secos varía. Las razones del abandono de las huertas son similares a las mencionadas anteriormente sólo que en este caso los productores no están convencidos de vender la huerta porque es su único patrimonio y/o ha estado por muchos años con su familia; sin embargo, no hay recursos para mantenerla y no hay alguien en la familia que se pueda hacer cargo de las labores que se realizan en la huerta. En algunos casos el productor fallece y los hijos no se hacen cargo de la huerta, pero no la pueden vender porque no se ha realizado el trámite legal de sucesión.

El 15% de los entrevistados ha realizado una reconversión de cultivo, esto implica quitar los guayabos para cultivar otro producto. Los productores han cultivado

hortalizas como el nopal, jitomate o calabaza, entre otras. En algunas zonas han plantado aguacates o duraznos.

Existen casos localizados como en la localidad de Presa de los Serna, al suroeste del municipio, donde la mayoría de las huertas de guayaba se perdieron por que los árboles presentaban la plaga del “gusano barrenador “(identificada así por los productores), además de los daños ocasionados por la helada ocurrida en enero de 1997. El apoyo brindado por el gobierno fue escaso, ante esta situación los productores deciden tumbar los árboles y comenzar a cultivar hortalizas. Los productores que plantan aguacates o duraznos ven más rentable la producción de estos productos en comparación con la guayaba; sin embargo, no tumban todos los árboles de guayaba con la esperanza de que la situación mejore.

Manejo agronómico

En la actualidad, la investigación agrícola y asistencia técnica son factores decisivos para incrementar la productividad agrícola, el rendimiento y la eficiencia de la mano de obra. El desarrollo agrícola para los pequeños productores, se vincula fundamentalmente en una tecnología adecuada para la producción.

Históricamente al árbol del guayabo se le ha considerado en México como una planta rústica que no requiere de muchos cuidados para llevarlo a la producción; sin embargo, las investigación realizadas sobre este árbol han demostrado que cuando el objetivo es cultivarlo con fines comerciales, es necesario implementar un sistema de manejo integral y sistemático que permita hacer esta actividad más rentable y competitiva, ya que en este cultivo, al igual que cualquier otro, la problemática de producción es compleja y particular, por lo cual requiere de cuidados especiales y tecnología apropiada para expresar al máximo su potencial de rendimiento y alargar su periodo de vida (González G., 2002).

Los productores de cada una de las zonas de producción dan un manejo diferente a sus huertas; ya que existen diferencias en las condiciones físicas donde se localizan éstas. Las labores culturales que realizan los productores en Calvillo son: calmeo, cava, poda, fertilización, riego, deshierbe, fumigación y cosecha. Las labores culturales que realizan los entrevistados en sus huertas son similares; sin embargo, existe gran variación en aquellas labores donde se requiere una fuerte inversión por parte del productor.

Cava y poda

Al inicio del ciclo una de las labores que realizan los productores es la cava o rastrilla. Con este proceso se afloja la tierra del cajete. El 40% de los productores realizan “cava parcial”, el resto sólo hace una “limpieza”; ya que la cava completa daña las raíces del árbol. Esta labor se realiza cada dos años.

Luego de dar “cava” y “romper calmeo” (iniciar el riego), se realiza la poda. Esta actividad está relacionada con la productividad del árbol, ya que su objetivo es distribuir bien las ramas del árbol, regular su tamaño para facilitar la cosecha e incrementar la calidad de la fruta. Los productores que son constantes en el buen manejo de los árboles podan antes de dar cava.

Los tipos de poda que se practican en guayabo son:

Poda de formación: Se realiza los dos primeros años. Consiste en dejar un tronco principal a una altura de 60 a 90 cm y seleccionar tres o cuatro ramas orientadas a los diferentes puntos cardinales. Conforme el árbol va creciendo, se sugiere podar cada rama, dejándola de una longitud aproximada de 30 cm, en estas ramas se dejarán dos brotes bien distribuidos, procurando evitar siempre la sobreposición de ramas. En el caso de los productores entrevistados no se realiza este tipo de poda porque los árboles ya son “mayores”.

Poda de fructificación: En la región se conoce como “despunte” y se realiza anualmente sobre los brotes maduros que ya cambiaron su forma cuadrada y verde, por una forma redonda, lisa y café. Se puede optar por dejar 12 yemas o brotes de una longitud aproximada a 20 cm. La mejor fructificación se logra en ramas menores de 50 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro.

Poda de rejuvenecimiento: Se realiza cada tres a cuatro años, cuando los árboles tienen demasiada madera gruesa improductiva; es decir, ramas con un diámetro mayor a 2 cm y sin brotes o cuando los árboles son grandes o viejos. Consiste en cortar ramas gruesas hasta de 10 cm de diámetro, con lo que se estimula el crecimiento de brotes vigorosos, los cuales serán seleccionados para formar la mayor área fructífera en los siguientes años.

Poda sanitaria: Se realiza para eliminar ramas muertas y las que interfieran en las labores de manejo y cosecha (González G., 2002).

Respecto a esta práctica el 83% de los productores realizan poda, mencionan que es complicado realizar una buena poda, por la necesidad de inversión y la falta de experiencia por parte de los peones para hacerlo de la manera correcta. Los

productores de edad avanzada contratan personal y no les es posible supervisar el trabajo que se realiza, de tal manera que aunque el dueño de la huerta tenga el conocimiento este no es aplicado. Cuando los productores no cuentan con el recurso suficiente realizan una poda “ligera” obteniendo así bajos rendimientos.

Fertilización

A nivel nacional, no hay un manejo adecuado de la nutrición de la planta en los huertos de guayabo, lo que ha ocasionado residualidad de fertilizantes, altos costos, baja calidad de fruta, bajo vigor y menor producción. Esto se debe a que el productor carece de información sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, mismos que varían en función de las regiones agroclimáticas, los tipos de suelo y la edad de los árboles. Los requerimientos nutrimentales son muy diferentes entre regiones y la fertilización puede ser insuficiente (CONACYT, 2013).

En Calvillo, los productores realizan dos tipos de fertilización: la orgánica y la química. La fertilización orgánica es la aplicación de estiércol de res y se realiza cada dos años. Cuando los productores no tienen presupuesto aplican agua con sal. El estiércol suministra nutrientes al suelo; por ejemplo, se estima que por cada 10 toneladas de estiércol seco de bovino se aportan aproximadamente 64 kilogramos de nitrógeno, 8.8 de fósforo y 44 de potasio. Además de suministrar microelementos, el estiércol aumenta la disponibilidad de los que están presentes al mejorar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo (González G., 2002).

El guayabo requiere 14 elementos químicos para su buen desarrollo, es considerado como un árbol rústico que tolera acidez y alcalinidad de los suelos; sin embargo, para producir rendimientos satisfactorios, es necesario satisfacer sus exigencias nutrimentales que dependen de la variedad, edad y parte de la planta (González G., 2002). Los productores conocen las necesidades de sus árboles y saben que cada año la aplicación debería variar, pero en ocasiones no cuentan con el capital para adquirir estos insumos. En años recientes el Sistema Producto Guayaba apoya a los productores con paquetes de fertilización a un costo subsidiado; sin embargo, los productores comentan que no es suficiente y que es complicado el trámite para acceder a este apoyo.

Se ha observado que al aplicar altas cantidades de Nitrógeno, principalmente cuando no están balanceadas con Fósforo y Potasio, se favorece el vigor del árbol y se incrementa el rendimiento; sin embargo, la fruta no madura adecuadamente, pierde

consistencia, es menos dulce y puede caer prematuramente del árbol (González G., 2002). En algunas ocasiones la fruta de esta calidad puede ser vendida para la elaboración de jugos, sin embargo el precio pagado al productor es muy bajo.

Manejo de plagas y enfermedades

El guayabo se ve afectado por diversos organismos plaga que causan daños directos como por ejemplo, picudos y mosca de la fruta dañan frutos y ocasionan pérdidas en la producción o indirectos como el provocado por mosquita blanca, que ocasiona la presencia de fumagina en los hojas que trae consigo una disminución en la eficiencia de la fotosíntesis y manchado de frutos o como el originado por la mosca de la guayaba, que impide la exportación de guayaba en fresco a países como EUA. El control de plagas y enfermedades del guayabo en Calvillo con frecuencia es deficiente, lo que repercute en la obtención de bajo rendimiento y calidad del fruto, que se reduce en más del 25% respecto al que se obtiene con buenas prácticas agrícolas, afectando además el desarrollo y la vida productiva del árbol (CONACYT, 2013).

La presencia o ausencia de una plaga difiere de una región a otra, así como también la intensidad de los daños ocasionados, esta última diferirá aún entre huertos debido a las prácticas de manejo que aplique cada productor (ASERCA, 1998). De los productores entrevistados el 77% realiza la fumigación, pero en cada caso varía la temporada y el número de veces dependiendo de la necesidad. La decisión de fumigar o no, depende de dos factores: el mercado de cada productor y la solvencia económica.

Aquellos productores que no exportan, sólo fumigan si es muy necesario y si cuentan con el presupuesto para hacerlo. El número de fumigaciones que hacen los productores por ciclo es muy variable, algunos fumigan si existe presencia de plaga, según el clima, cada semana ó de 4 a 6 veces por ciclo. Esta situación afecta a los productores que exportan, porque si la plaga no es controlada existe riesgo de dispersión afectando la calidad de la fruta de exportación. Ante la posibilidad de infestación, la SEDRAE considera importante poner en práctica la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001 Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, la cual establece que mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos se previene el desarrollo de plagas. De esta manera los árboles de las huertas abandonadas serán derribados por ser considerados foco de infestación o por contener residuos.

Los principales insectos plaga que afectan la productividad de las huertas de guayabo son: picudo de la guayaba (complejo de especies del género *Conotrachelus* spp), mosca de la fruta (*Anastrepha striata*) y temolillo (*Cyclocephala lunulata*); en algunos casos se presentan infestaciones de mosquita blanca, escamas, hormigas arrieras y barrenadores de ramas como consecuencia de las heladas que afectaron a las huertas en diciembre de 1998 (González G., 2002). Según las entrevistas realizadas en la localidad Presa de los Serna perteneciente a la zona de producción Media Luna, las huertas que se encontraban en las inmediaciones del lugar fueron, en su mayoría, afectadas por esta situación, sufrieron el ataque del barrenador que no controlaron eficientemente y cuando cayó la helada en 1998 las huertas se perdieron. Actualmente en Presa de los Serna ya no hay huertas de guayaba, los productores tumbaron los guayabos para sembrar hortalizas principalmente.

El riego como elemento determinante de la producción

Calmeo

El guayabo es uno de los frutales con posibilidades de producir en cualquier época del año en zonas donde no existe riesgo de heladas; sin embargo, en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre se produce el mayor volumen de fruta. Para obtener fruta fuera de esta época y lograr mayor precio, los productores programan la cosecha mediante el “calmeo” que consiste en la suspensión del riego, con lo cual el árbol entra en un periodo de reposo que es roto con la nueva aplicación de riego. Ésta es una práctica agronómica importante en este frutal, ya que de ésta depende el aprovechamiento del fertilizante, así como el crecimiento, desarrollo y producción del frutal (González G., 2002).

Mediante el calmeo los productores programan la cosecha en diferentes temporadas. El calmeo tiene una duración de uno hasta seis meses según lo decida el productor, en este tiempo es necesario aplicar algunos riegos al árbol para que no se seque por completo. El calmeo se suspende con la temporada de lluvias o con el primer riego para reactivar el desarrollo del árbol, a partir de que se “rompe” el calmeo siete meses después se obtiene la primera cosecha.

La programación de cosecha trae consigo una problemática característica que es necesario considerar, en la programación normal se presentan problemas con el ataque del picudo, con el bajo precio por una sobreoferta de fruta y daños al árbol por calmeo excesivo para librar el periodo de heladas, mientras que en la programación de

cosecha tardía se presentan problemas de presencia de la mosca de la guayaba y riesgo de heladas durante la producción y para la época de cosecha temprana se presentan problemas con el temolillo y un aumento en los costos de producción, que se produce en época de secas y existe una mayor demanda en el agua de riego. En cada región productora esto varía según sus condiciones particulares de clima y de suelo, así como de su disponibilidad de agua (González G., 2002).

Riego

“En las huertas de guayaba no existe un sistema de manejo definido a nivel municipio, ni siquiera en una misma huerta, por la variedad de terreno y el tipo de suelo en algunos casos”. Productor de guayaba ZP 10.

“Antes las huertas no requerían tanto cuidado, sólo había que echarles agua”, comentaron algunos productores. La modificación que han hecho sobre los recursos suelo y agua y los efectos del cambio climático a nivel local son percibidos por los productores en la manera en que han afectado la productividad de sus huertas.

En Calvillo el agua para riego de las huertas se obtiene de dos fuentes: presas y pozos. El 37% de los productores entrevistados obtienen el agua para riego de pozo profundo, el 47% riegan con agua de presa y 17% con ambos dependiendo de la ubicación de la huerta y de la disponibilidad de agua en la presa cercana. El 97% de los productores pertenece a una sociedad de usuarios en el caso de los pozos o a la asociación de usuarios de las presas. Sólo se presenta un caso en el que el pozo es propio.

El 43% de los productores tienen sistema de riego rodado, manto o acequia, mientras que el 47% cuentan con un sistema de riego por microaspersión. El 10% presenta ambos sistemas en una misma huerta.

De los productores entrevistados que cuentan con un sistema de riego por microaspersión el 79% hizo cambio de sistema de riego rodado a microaspersión. El resto desde el momento que plantaron la huerta instalaron el sistema. Los productores comentan que la instalación del sistema de riego por aspersión requiere una fuerte inversión por lo que no han podido realizar cambios en su sistema de riego; sin embargo, todos están conscientes de las ventajas que presenta el sistema, como el aprovechamiento del agua lo que disminuye costos, ahorro de tiempo y facilidad de riego. Los productores que aún riegan por gravedad no han cambiado el sistema por falta de solvencia económica.

En lo que se refiere a la frecuencia de riego (**Figura 15**) el 90% de los productores entrevistados riega entre cada 8 a 15 días. La decisión de cada cuando regar depende de la etapa “fenológica” del árbol, las condiciones climáticas, ubicación de la huerta y tipo de suelo en que se encuentran los árboles.

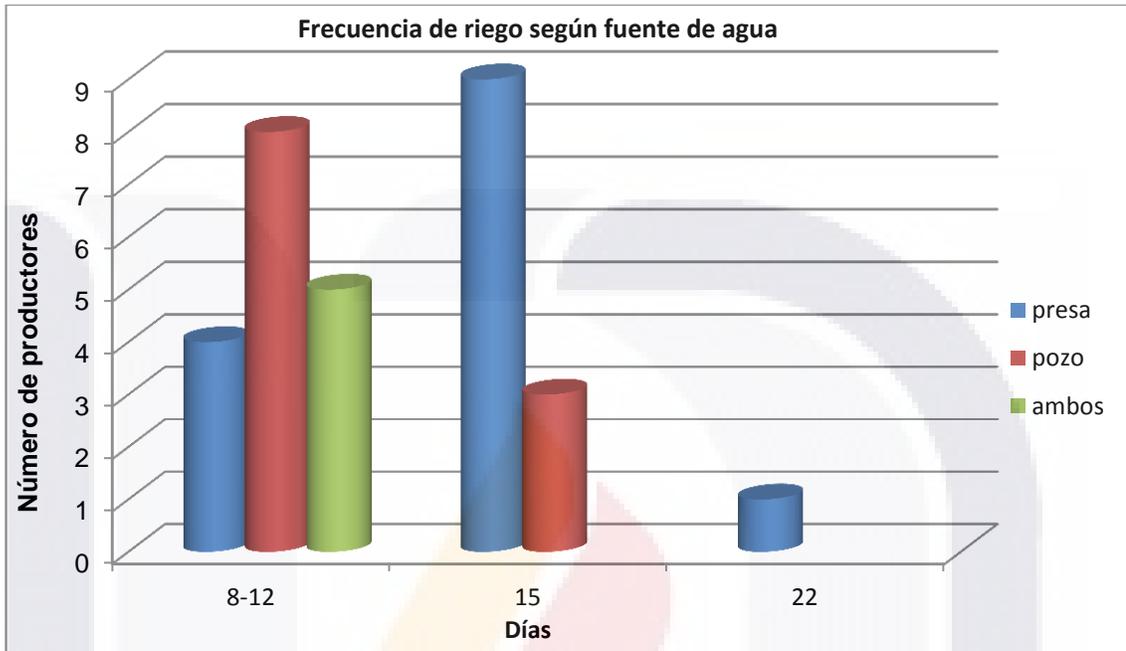


Figura 15 Frecuencia de riego en las huertas según fuente de agua

Fuente: Información obtenida mediante entrevistas.

El guayabo es un frutal que tolera la sequía, pero la deficiencia de humedad durante el ciclo productivo afecta a la producción. Para el cultivo del guayabo la determinación del cuándo y cuánto regar dependerá de la capacidad de retención de humedad del suelo en el cajete, así como de las demandas del cultivo. El requerimiento de agua de riego de un árbol de guayaba está influenciado por su tamaño, la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la precipitación, entre otros factores (González G., 2002). En general, es necesario aplicar riegos durante su establecimiento, de 10 a 15 litros de agua por planta cada 15 días durante la temporada de secas, suspenderlos durante las lluvias y reiniciarlos en la canícula o sequía intra-estival. Después aplicar un riego cada mes, ya que las temperaturas son bajas de septiembre a noviembre.

En lo que se refiere a la etapa fenológica del árbol, los productores mencionan que cuando el árbol está en producción es necesario el riego frecuente para obtener buenos rendimientos y calidad. En lo que se refiere al tipo de suelo es porque algunos

de los suelos en los que se encuentran los árboles presentan una mayor infiltración por lo que es necesario tener un riego más frecuente. En una misma huerta se pueden presentar pendientes planas hasta fuertemente inclinadas y lo mismo sucede con el tipo de suelo. Por lo que los productores tienen que considerar la relación entre las variables mencionadas para tomar la decisión de si riega o no.

Todos los productores han notado cambios en la disponibilidad de agua. En el caso de las presas reconocen que si no llueve las presas no almacenarán suficiente agua y esto afectará en el momento de definir el volumen al que tendrán derecho, mencionan que al menos en los últimos cuatro años no han tenido problemas de este tipo. En cuanto a los pozos, comentan que cada vez la profundidad de extracción aumenta, que el agua sale más caliente, reconocen que es mejor el agua de presa ya que la de los pozos es diferente y las pulgadas que se supone que debiera dar no siempre las dan.

Los costos del agua son variables dependiendo de la fuente de agua. En el caso de las presas la mesa directiva de la Asociación de Usuarios determina la cuota que cada socio tendrá que dar para tener acceso al agua, ésta se define según la cantidad de agua disponible en la presa y la cantidad de usuarios que harán uso de ella. Las cuotas anuales referidas por los entrevistados están entre \$1,000 y \$3,000 en los años en los que escasea el agua.

Según la CODAGEA (2008) las 12 presas más importantes que componen el estado de Aguascalientes, representan 76% de la capacidad total de almacenamiento. Destacando que en el período de 1997 al 2001, el volumen promedio almacenado para estas obras hidráulicas sólo alcanzó 54% de su capacidad. En este período los productores que regaban con agua de presa tuvieron problemas con la disponibilidad de agua, por lo que tuvieron que comprar pipas de agua para regar los árboles, los productores que no tenían presupuesto perdieron la producción, por lo que en el registro histórico de superficie cosechada del SIAP (2015) se observa una reducción en la producción de guayaba.

El agua que se bombea en los pozos proviene del acuífero del Valle de Calvillo, los usuarios ejidales extraen solamente 6% del volumen total extraído, mientras que la pequeña propiedad bombea 94%. Normalmente están constituidos en diferentes organizaciones o figuras legales como Sectores de Producción, Asociaciones de Producción, Unidades de Riego y Asociaciones de Usuarios, Sociedades Anónimas,

Sociedades de Responsabilidad Limitada, Unión de Productores o asociaciones civiles (CONAGUA,2015).

Según información obtenida de las entrevistas, en el caso de los pozos, los costos varían en el tiempo dependiendo de los costos de la energía eléctrica, la profundidad de extracción y del equipo de bombeo. Los costos para obtener agua de pozo mencionados en las entrevistas están entre \$20.00 hasta \$80.00 por hora y comentan que en los últimos años cada año siguen subiendo los recibos. Además de la cuota que deben aportar a la persona encargada del pozo.

Los datos de la Dirección de Agua Subterránea de la CONAGUA Delegación Aguascalientes indican la existencia de 197 pozos en Calvillo. Existen 55 pozos que se sondean; sin embargo, no es constante la revisión que se hace por falta de personal. El abatimiento promedio anual de los pozos sondeados es entre 0.02 y 2.94 m. Entre los pozos de uso agrícola que registran mayor abatimiento se encuentran Peña Roja (San Isidro), Las Cabras, Loma Alta y El Taray. Existe un control estricto sobre los aprovechamientos de uso público-urbano, se cuenta con suficientes mecanismos de medición que permiten obtener el volumen extraído por este uso, no así en el uso agrícola, en donde la extracción se estimó mediante la superficie regada y las láminas de uso consuntivo, utilizando valores medios proporcionados por el Distrito de Riego 01 Pabellón.

En la entrevista realizada a un productor que pertenece a la Sociedad del Pozo Las Cabras, la cual está conformada por 10 personas. Comento que anteriormente el costo de la hora de agua era de \$35.00 y actualmente es de \$23.00, esto debido a que realizaron un cambio en el equipo de bombeo para disminuir el gasto. Esta situación se presenta en otros pozos. La organización entre los productores de las diversas sociedades influye en las formas de distribución y costo del agua. En la región de Calvillo gran proporción de los costos del cultivo corresponde al pago de energía eléctrica para extraer el agua de riego (González G., 2002).

Si se considera que en la entidad tres cuartas partes de la extracción del agua subterránea es para riego; la gestión de los acuíferos se tendría que dirigir en la optimización de cualquier sistema de irrigación utilizado. Cabe indicar que la sobreexplotación de los acuíferos ha repercutido en la economía de los usuarios de riego, ya que al abatirse los mantos, ha provocado gastos tanto para adecuar las estructuras de sus pozos a mayor profundidad, como del incremento en el consumo de

energía eléctrica. A nivel estatal la situación de la infraestructura de los pozos es similar, presentándose las siguientes situaciones: obras en muy mal estado, sistemas de tubería en malas condiciones, costumbres muy arraigadas de utilizar riegos rodados o por gravedad, adecuación y tecnificación en sistemas localizados y la organización e identificación entre productores (CODAGEA, 2008).

Los problemas por la sobreexplotación de los acuíferos en la entidad según la CODAGEA (2008), son puestos de manifiesto por los productores de guayaba en Calvillo:

Respecto a la pregunta sobre los cambios en la disponibilidad de agua en los pozos: Observan un descenso drástico de los niveles de agua. La profundidad de éstos originalmente se encontraban a unos cuantos metros, ahora se localiza a varias decenas de metros y en algunos casos se encuentra a profundidades que alcanzan 160 m.

- Los pozos no tienen la misma agua que antes: Reducción en el rendimiento de los pozos. Al reducirse severamente el espesor de los estratos explotables por los bajos niveles de agua, los rendimientos se reducen considerablemente.
- Incremento en los costos de extracción: Los abatimientos presentados en las zonas agrícolas, acumulados a través del tiempo, inciden en los costos de bombeo mayores, tan altos que para muchos cultivos ya no son redituables bajo las condiciones de riego tradicionales (por gravedad), razón por la cual la actividad agrícola pierde capacidad de supervivencia ante otros usos que todavía soportan altos costos de bombeo.
- Pozos fuera de operación o reposiciones: Al descender los niveles piezométricos, las cámaras de bombeo quedan sobre dichos niveles y ello impide que los pozos puedan seguir extrayendo agua del subsuelo, quedando muchos fuera de operación y en la necesidad de profundizarlos.
- Degradación de la calidad del agua: Al extraerse el agua a mayores profundidades aumenta la proporción de Flúor y Litio. Lo que los productores perciben como la baja calidad del agua: - "El agua de presa es más buena que la de pozo, esa no la agarran bien los árboles"- comentan.
- Los altos costos de bombeo impuestos por la sobreexplotación representan un freno para el desarrollo del sector agropecuario. Los productores mencionan las grandes diferencias en sus recibos de luz.

- Fuerte competencia por el uso del agua: En algunos pozos surgen formas de distribución informal en las que a quienes ofrecen una suma económica al “pocero” obtienen agua por algunas horas de más, esto perjudica a quienes no pueden hacer este pago.

La situación que enfrentan los productores que riegan con agua de presa es distinta, ya que ellos dependen de los niveles de precipitación para contar con agua suficiente durante el ciclo. Los productores de las Asociaciones de Usuarios de las Presas La Codorniz y Ordeña Vieja que pertenecen a las zonas de producción 1 y 2 respectivamente, riegan exclusivamente con agua de la presa. Mientras que en las otras zonas de producción donde utilizan el agua de presa deben combinarla con agua de pozo; ya que el agua de presa que les toca no es suficiente.

Cosecha y producción

El 83% de los productores trabaja toda la huerta, 17% trabaja sólo una parte y lo demás lo ocupa para milpa.

La cosecha en Calvillo en forma estándar se maneja de tres meses con más de 20 cortes (CONACYT, 2013). Los productores programan la cosecha para tener fruta durante un período más amplio. La huerta la riegan por secciones en distintas fechas, por lo que la cosecha comienza en octubre y algunos productores siguen cosechando hasta el mes de febrero.

Superficie sembrada y cosechada

La superficie destinada al cultivo de la guayaba alcanzó su tope máximo en 1980 según información del SIAP (2015) con 12,702 ha. A partir de este año, se inició un prolongado período de reducción-recuperación, con una pérdida del 49% de la superficie sembrada. En la actualidad existen 4,662 ha sembradas, que están lejos de los niveles registrados en 1980. La superficie cosechada, mostró un proceso de estancamiento, que no ha permitido alcanzar los niveles de 1980. Las fluctuaciones registradas en el período 1980-2013 no sólo están asociadas al comportamiento de las áreas sembradas, sino también a las condiciones climatológicas de la región (**Figura 16**).

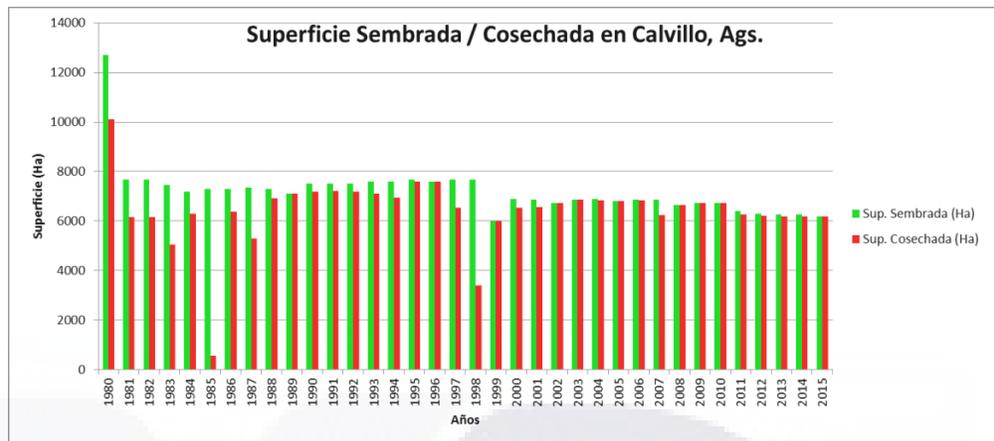


Figura 16 Superficie sembrada/ cosechada en Calvillo, Ags. 1980-2015

Fuente: Elaboración propia. Datos SIAP (2015).

Rendimientos

Se observa un rendimiento promedio de 16 Ton/ha. Las diferencias de rendimiento parecen estar relacionadas con el grado de consolidación de las huertas, las edades promedio de los árboles, la densidad del cultivo por hectárea y a las condiciones naturales imperantes en la región (**Figura 17**). El incentivo de mercado no ha sido suficiente para impulsar a los productores hacia la introducción de mejoras tecnológicas cuya consecuencia es la elevación del rendimiento (ASERCA, 1998). El rendimiento por hectárea depende de las condiciones agroclimáticas, la variedad utilizada, la densidad de plantación, la edad de los árboles y del tipo de tecnología de producción (calmeo, poda, riego, fertilización, control de organismos dañinos) (González G., 2002).

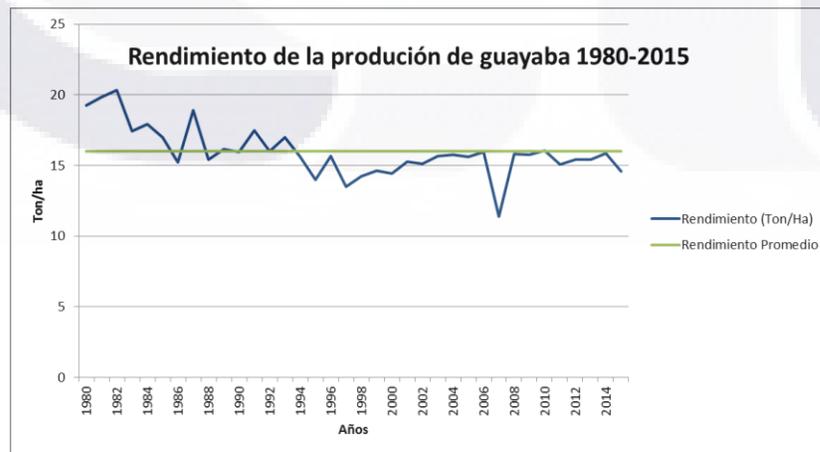


Figura 17 Rendimiento de la producción de guayaba de Calvillo, Ags.

Fuente: Elaboración propia. Datos SIAP (2015)

Producción

En 2015 la producción de guayaba en Calvillo fue de 90,155.3 Ton. En relación con la superficie sembrada que se encuentra en un proceso de reducción-recuperación, en la producción se observa algo similar (**Figura 18**).

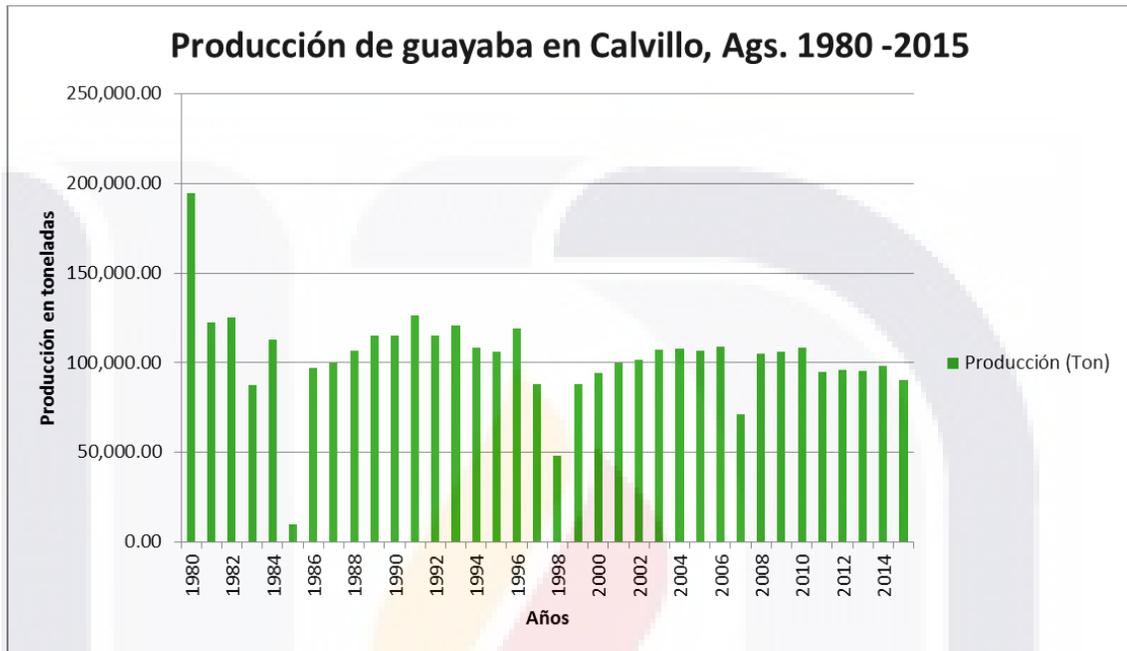


Figura 18 Producción de guayaba en Calvillo, Ags. 1980-2015

Fuente: Elaboración propia. Datos SIAP (2015)

Se observan tres descensos importantes en la producción. En el año de 1985 se observa una reducción drástica en la superficie cosechada. Los datos del SIAP (2015) (**Cuadro 7**) muestran una superficie cosechada de 560 ha, sin embargo los productores comentan que se cosechó pero tiraron la fruta como muestra de inconformidad ante la falta de apoyo por parte del gobierno. En esos años Miguel de la Madrid estaba a cargo de la presidencia de la República, y el país atravesaba por una crisis económica consecuencia de la mala administración del anterior Presidente José López Portillo. En 1985 la situación empeoró con una disminución del 11% en el precio del petróleo, como mencionan los productores (Székely, 1997; Grammont, 2010).

Otra reducción importante en la producción de la guayaba se observa en el año de 1998, ésta fue ocasionada por la helada en el mes de enero de 1997 que afectó a Colima, Aguascalientes, Hidalgo y Tamaulipas. Se reportaron daños de más de 2,500 hectáreas de guayaba y hortalizas dañadas en el estado (CENAPRED, 2001).

Cuadro 7 Información sobre la producción de guayaba 1983 - 1987

Años	SS	SC	P	R	PMR	VP
1983	7,464	5,041	87,763	17.41	18.4	1,615.28
1984	7,179	6,299	112,952	17.93	18.37	2,074.93
1985	7,300	560	9,520	17	42.3	402.7
1986	7,300	6,373	96,985.00	15.22	64.74	6,278.52
1987	7,342	5,282	99,836.00	18.9	186.19	18,588.76

SS: Superficie Sembrada (ha)
SC: Superficie Cosechada (ha)
P: Producción (Ton)
R: Rendimiento (Ton/ha)
PMR: Precio Medio Rural (\$/Ton)
VP: Valor de la producción (Miles de pesos)

Costos de producción y precios

Los productores de guayaba no cuentan con información precisa sobre los costos de producción. El 90% de los productores no llevan una contabilidad formal de los gastos de producción, aunque dieron un aproximado del costo de producción por ciclo por hectárea que en promedio es de \$27,554. Los costos de producción varían entre \$8,000 con manejo agronómico mínimo hasta \$65, 000 con calidad de exportación.

La información estadística disponible con relación a los costos de producción es poco sistemática y no permite hacer un análisis de la evolución del nivel y estructura de éstos, a enero de 1996, las cifras hacen referencia a un tipo medio de productor con riego por bombeo. Se observa en el (**Cuadro 8**) que los aspectos que mayor impacto tienen en el costo de producción son: el riego y drenaje con 24.3% del costo total; empaques y envases con 20.9% y fertilización con 17.6% (ASERCA, 1998).

Cuadro 8 Porcentajes de costos de producción de la guayaba (Enero 1996)

Estructura de costos de producción de la guayaba. Porcentaje (cifras a enero de 1996)	
Labores de cultivo	9.9 %
Riego y drenaje	24.3 %
Fertilización	17.6 %
Control de plagas y enfermedades	12.8 %
Cosecha (corte y acarreo)	11.5 %
Selección y empaque	2.9 %
Empaque y envases	20.9 %

Fuente: Delegación de la SAGAR en Aguascalientes. (ASERCA, 1998)

En lo que se refiere a los fertilizantes, su impacto en los costos también se ha incrementado de forma considerable, sobre todo a partir de la supresión de los subsidios de Pemex al consumo de amoníaco anhidro (González Pérez H., 2011). El costo asociado a la utilización de mano de obra representa poco más del 25% si se consideran los gastos en labores de cultivo (9.9%), corte y acarreo (11.5%), selección y empaque (2.9%) y los asociados a la aplicación de fertilizantes, riego y plaguicidas (ASERCA, 1998). Aunque no se obtuvo información suficiente para realizar un análisis de los costos de producción, los productores manifestaron su descontento ante el constante aumento de precio de los insumos y falta de apoyo por parte del gobierno.

En el estudio realizado por González (2002) los costos de producción por ciclo por hectárea de guayaba, varía de 15 mil a 24 mil pesos; el mayor porcentaje del costo corresponde al concepto de cosecha, debido a que es una labor manual que demanda una gran cantidad de jornales, ya que la fruta debe ser cosechada, transportada y seleccionada dentro de la misma huerta, así como la colocación de la fruta en envases para su comercialización en fresco; le sigue el concepto de riego debido a los altos costos del riego por bombeo, que en los últimos años se ha incrementado. Cabe mencionar que la guayaba cultivada comercialmente en México es bajo condiciones de riego en todos los casos analizados.

Subsistema Socioeconómico ***Los productores de guayaba***

No existe un dato histórico oficial sobre el número de productores de guayaba, según información obtenida en las entrevistas el número de productores aumentó considerablemente en los años 70 cuando la producción de guayaba era una actividad altamente rentable y se construyeron las grandes presas en el municipio. Cuando se conformó la “Unión de Guayaberos” aproximadamente eran 100 productores, posteriormente ascendió a 300 hasta llegar a 3,000 aproximadamente. A partir de los años 90 el número de productores comienza a disminuir por diversas causas; como la modificación de precios de venta por la competencia generada por productores de Michoacán o la pérdida de huertas causada por plagas y heladas.

Para el 2000 se menciona la existencia de 2,500 productores (González G., 2002). En el registro realizado por la SEDRAE (2013) existen 1900 productores; sin embargo, el personal de la Institución comenta que no están registrados todos los productores.

Según información del Sistema Producto Guayaba en Calvillo, no existe un padrón actualizado de productores porque no todos los productores se registran, además de que se presentan situaciones de venta o de abandono de las huertas. Según información proporcionada por informantes existen huertas vendidas donde no saben con certeza la razón de la venta; ya que el dueño “original” falleció y la venta se realizó hace tiempo. En casos donde la huerta paso a propiedad de algún familiar aún no se ha realizado el trámite legal para el traspaso por lo que la huerta permanece a nombre del dueño anterior.

Las edades de los productores entrevistados son entre los 29 y 87 años, con un promedio de 59 años. El 62% son mayores de 60 años, sus edades son entre 61 y 87 años (**Figura 19**). Es importante considerar las condiciones de los sitios en donde están establecidas las huertas de guayaba y la demanda de esfuerzo físico que se requiere para llevar a cabo las labores culturales de las huertas. La mayoría de los productores entrevistados son gente de edad avanzada.

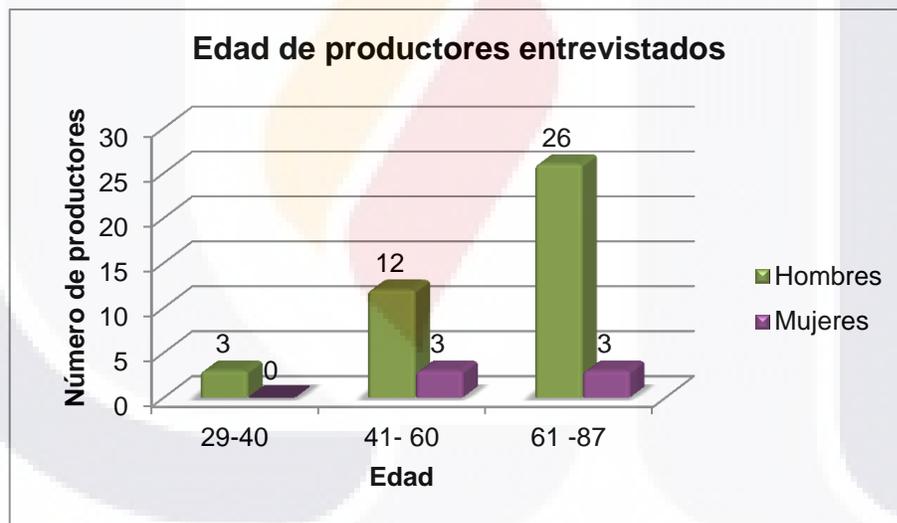


Figura 19 Edad y sexo de los productores entrevistados

Fuente: Información obtenida mediante entrevistas.

Una de las variables consideradas en algunos estudios es la apropiación de tecnología agrícola relacionada con la edad del productor ya que es determinante para las prácticas agronómicas y esto representa un impacto en el rendimiento del cultivo. Esta realidad pone en duda el futuro de la actividad guayabera en la región porque no habrá quien se haga cargo de las huertas. Al realizar las entrevistas esta situación fue

recurrente, en los casos donde el dueño de la huerta falleció la persona que se quedó encargada vendió o abandonó de la huerta. Los productores de edad avanzada no se dedican a otra cosa porque sólo saben hacer eso y reconocen que cuando ellos falten nadie cuidara de la huerta.

Sobre la situación académica de los entrevistados (**Figura 20**), el 4% no lee ni escribe, 40% no terminaron la primaria, 34% cuenta con primaria terminada, 13% cuenta con educación secundaria y 8% cuenta con educación media superior. A nivel nacional, según Grammont (2010) el nivel de educación en el sector agropecuario es bajo: en 2004, 28% de los agricultores no tenía ninguna escolaridad, 60% había terminado la primaria, 7% contaba con secundaria, 2% con preparatoria o nivel equivalente y 2% había cursado una carrera técnica. Si se considera que el nivel de ingreso según el nivel educativo permite precisar la relación existente entre educación e ingresos: aun en los niveles más bajos de ingreso encontramos agricultores con niveles educacionales altos, sin embargo, es en los mayores niveles de ingresos que encontramos los niveles educativos más altos.

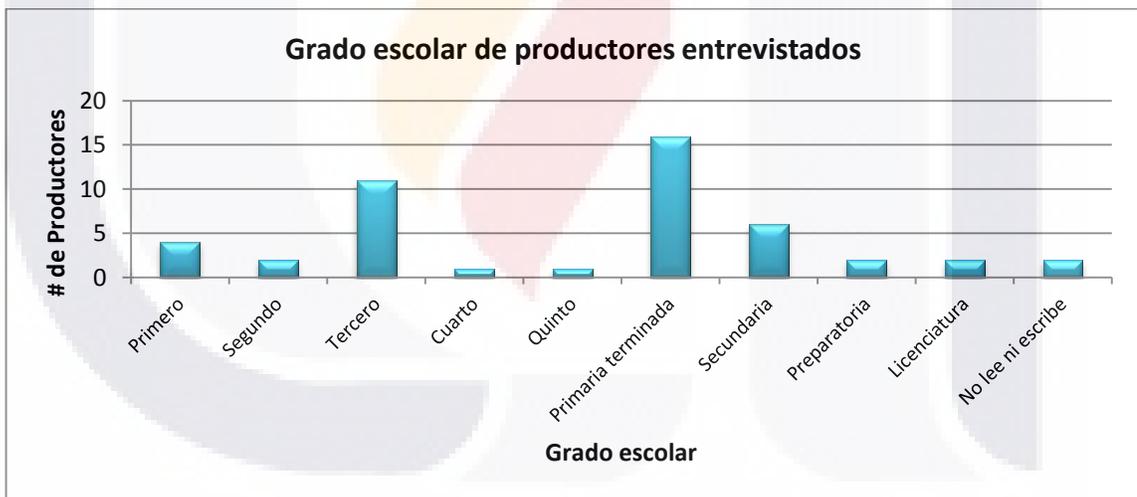


Figura 20 Grado escolar de productores entrevistados

Fuente: Información obtenida mediante entrevistas.

El 57% de los productores entrevistados opinan que no es rentable producir guayaba. Dedicarse exclusivamente a la producción de la guayaba no en todos los casos deja ganancia suficiente para asegurar la producción de la huerta en el siguiente ciclo. Algunos productores piden préstamos para iniciar las labores de la huerta. Entre las respuestas que mencionan que la actividad es rentable comentan que la

rentabilidad depende del manejo agronómico adecuado. Se mencionó también que las condiciones climáticas presentan una gran incertidumbre para el productor, por lo que prefieren no invertir en el manejo de la huerta, por lo que las labores que realizan son mínimas e ineficientes. Relacionado con lo anterior no es posible realizar un análisis más profundo; ya que los productores no aportaron respuestas numéricas con relación a la pregunta ¿Cuál es el ingreso de las actividades que realiza?; sin embargo, el 60% de los productores tiene otra actividad además de producir guayaba. Entre las actividades mencionadas por los productores además de la guayaba, está la producción de maíz, tienen animales (vacas) o algún comercio.

Como se menciona anteriormente la falta de solvencia económica que presentan algunos productores se refleja en el mínimo manejo que hacen en sus huertas afectando esto la producción, rendimiento y calidad de la fruta.

El 57% de los productores comentan que se dedican a esta actividad porque desde muy jóvenes han trabajado en la actividad y que no saben hacer otra cosa. El 43% mencionan que siguen en la actividad porque no quieren perder la huerta después de todos los años de esfuerzo por mantenerla. Los productores que iniciaron el establecimiento de la huerta junto con alguno de sus familiares cercanos o que les fue otorgada por herencia manifiestan un “sentimiento de arraigo”, esto es lo que mantiene a los productores en la actividad guayabera a pesar de las problemáticas que enfrentan. La experiencia del trabajo en la huerta adquirida a través del tiempo les ha dado los conocimientos para poder atender las necesidades de la huerta; sin embargo, la falta de capacidad física y/o de recursos económicos impide que las labores culturales se pongan en práctica de manera eficiente.

En cada ciclo existe inseguridad del precio de venta de su producto, que depende de dos factores principalmente: la calidad y la oferta/demanda de la fruta. El manejo agronómico eficiente permite obtener fruta de calidad; sin embargo para ello se requieren recursos económicos. En el municipio es común que fenómenos climáticos como granizadas y heladas afecten la calidad de la fruta impactando en el precio de venta del producto. Cuando los productores no tienen los recursos económicos para dar solución a esta situación deciden vender la huerta.

Fuerza de trabajo

Es frecuente que debido a la edad del productor, características de las huertas y las labores a realizar, el productor contrate peones. El 83% de los productores

contratan personal para para realizar las labores que realizan en la huerta. El número de personas que contratan es entre 1 y 7 dependiendo del tamaño de la huerta y de las actividades a realizar. El corte es la actividad en la que todos los productores requieren apoyo; ya que es importante cosechar en tiempo.

El 16% de los productores contratan uno o 2 trabajadores todo el año para dar mantenimiento a los árboles mientras no están en producción. El 84% de los productores contrata sólo por temporadas y el mantenimiento fuera de temporada de producción lo realizan ellos mismos.

El pago promedio que reciben los peones es de \$167 por día, siendo el salario mínimo de \$150 y el máximo de \$250. La actividad mejor pagada es el corte. La edad promedio de los peones es de 38 años.

El 43% de los productores han tenido problemas para encontrar peones. Entre las principales razones están que no hay suficiente gente y que las personas prefieren trabajar en las fábricas, ya que es un empleo seguro y continuo. En todos los casos los peones contratados son de localidades cercanas a donde se ubica la huerta.

La organización social de los productores

La guayaba se cultiva desde hace más de un siglo en Calvillo. Hasta mediados de los años 80 (SIAP, 2017) Calvillo era el principal productor de guayaba a nivel nacional, por lo que la producción de guayaba en aquellos años era una actividad rentable. Fue a finales de los 70 que los productores se organizan formalmente por primera ocasión con el fin de ser representados ante las autoridades, solicitar apoyos y contar con la capacidad de negociar los precios de venta; debido a esto se conforma la “Unión de Guayaberos de Calvillo” en la que participaban no más de 100 productores. El fundador C. Miguel González Hernández comenta que el aumento de productores en Calvillo se fue dando porque se veían resultados promisorios en la producción de la guayaba. Según los registros del SIAP (2016) Aguascalientes, específicamente Calvillo era el principal productor de guayaba a nivel nacional (**Figura 21**), seguido por Zacatecas que contaba apenas con la tercera parte de superficie sembrada comparada con la superficie ocupada con huertas de guayaba en Calvillo.

La “Unión de Guayaberos” funcionó hasta el año 2000 aproximadamente, para estas fechas surge a nivel nacional el COMEGUAYABA A.C. (González G., 2002). El COMEGUAYABA, integrado por los Consejos guayaberos de los estados de Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas y México, es la figura legal que representa a los

productores de guayaba del país. Para entonces el sistema de comercialización estaba concentrado y dominado por pocos compradores e intermediarios que monopolizaban el mercado.

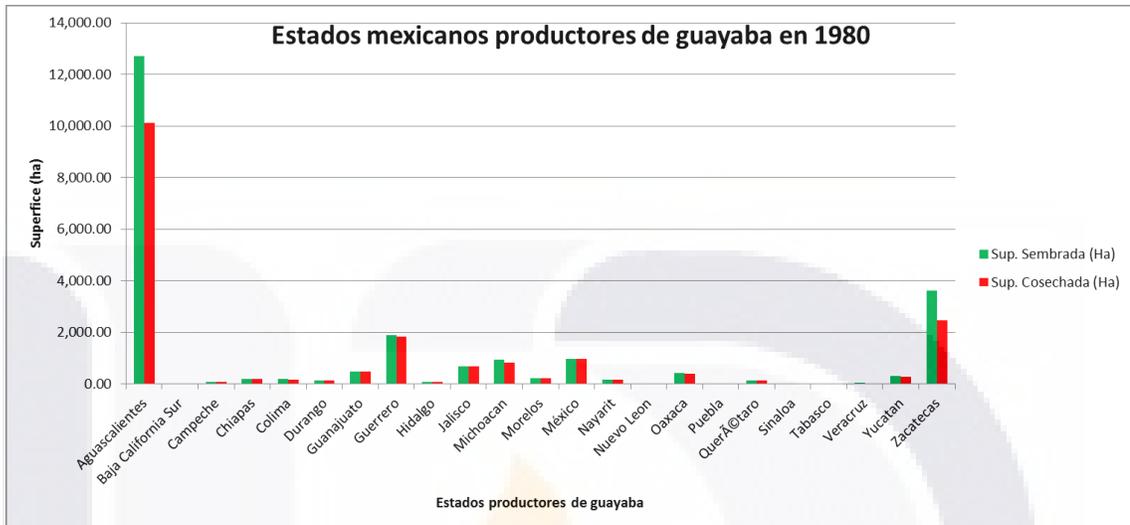


Figura 21 Estados productores de guayaba en 1980

Fuente: Datos SIAP 2016.

Los problemas que enfrentaban en aquellos años respecto a la organización no han cambiado mucho. La Unión de Guayaberos gestionaba recursos para los productores y hacían trampa; por ejemplo vendiendo los recursos que les eran otorgados. Existía envidia entre productores por la cantidad producida o la calidad de la fruta.

Actualmente la institución que sustituye al Consejo de la Guayaba de Aguascalientes es el Comité Sistema Producto Guayaba. Es importante mencionar que el año pasado surge la inquietud de parte de un grupo político sobre la legitimidad de la conformación del Comité, estas situaciones han generado desconfianza en los productores hacia las instituciones que pretenden brindarles apoyo, por lo que la participación de los guayaberos según los delegados de las zonas de producción e integrantes del Sistema Producto es baja.

El 80% de los productores entrevistados no están relacionados, ni pertenecen a ninguna institución u organización. El 20% restante pertenece a organizaciones como la Integradora La Labor S.A. de C.V., Ejido La Labor, SAGARPA. De este grupo el 7% no pertenece actualmente a alguna organización, pero antes participaron en la mesa directiva del Comité Sistema Producto guayaba.

Según ASERCA (1998) en lo referente a la organización de productores en Calvillo, existe una Asociación Rural de Interés Colectivo (ARIC). Surge en 1991, se estructura en Comités Sectoriales por productores, que estudian temas concretos que afectan a los diversos cultivos de la región y se adoptan las medidas necesarias para mejorar o defender la posición en el mercado.

La ARIC contaba con un registro de cerca de tres mil productores, su participación en las actividades y decisiones de la Asociación era escasa. El gobierno del estado de Aguascalientes le transfirió a la ARIC la administración de las instalaciones para llevar a cabo la selección, comercialización, embarque e inspección de la fruta. Sin embargo, en la actualidad tiene poco uso, sobre todo porque la comercialización se realiza en la vía pública de Calvillo, en un lugar denominado “La Panadera”. Aunado a lo anterior, la falta de recursos de la ARIC le impide ofrecer servicios a los productores (como la venta de fertilizante, insecticida, trámites de créditos, etc.), lo que ocasiona la falta de interés para participar activamente. De esta forma, la desconfianza de los productores y su carencia de interés en funcionar de manera colectiva, se refleja en el fracaso de la ARIC para negociar las ventas de guayaba con los industriales, lo que da como resultado que los productores de manera individual concierten con los compradores a espaldas de la asociación, cancelando las ventajas de la negociación colectiva (ASERCA, 1998).

En el estudio realizado por CONACYT (2013) sobre las necesidades del Sistema Producto Guayaba menciona que: “En cuanto a la organización de los productores de guayaba se detecta que sus organizaciones no tienen capacidad para negociar las condiciones de venta del producto en representación de sus agremiados. La presencia de intereses económicos internos y externos (productores, bodegueros, mayoristas) impiden en corto plazo una mayor eficiencia de las organizaciones para promover los intereses del conjunto de sus agremiados”. Además de esos problemas hay que mencionar que las organizaciones no tienen capacidad financiera para proporcionar apoyos y servicios a sus afiliados.

Ante la competencia con el estado de Michoacán los productores en Calvillo han tenido que buscar nuevas alternativas para sostener sus negocios. En 1992, se constituye FRUCASA S.A de C.V. empresa dedicada a la selección, empaque y distribución de la guayaba, la cual en primera instancia reunió a los más importantes productores de Guayaba de la región, con el objetivo de buscar nuevos canales de

comercialización, consolidar sus volúmenes, seleccionar las calidades de producto y además economizar en el transporte de la fruta a su destino final.

El Comité Sistema Producto Guayaba de Aguascalientes A.C. ante la necesidad de realizar investigación y transferencia de tecnología en trabajo conjunto con la fundación Producto de Aguascalientes A.C. realizaron proyectos de investigación en donde los resultados sirvieron para que los productores pusieran en práctica las innovaciones en beneficio de su cultivo. Así como la transferencia de tecnología, la cual que se realizó mediante publicaciones, simposium, conferencias, congresos y demostraciones de campo, así también en cuestiones de promoción de los productos elaborados (García H. V., 2011).

En la actualidad, existen diversos empaques conformados por guayaberos de la región. Según la información obtenida en las entrevistas es difícil estar organizados porque siempre existen las traiciones, no hay transparencia y se tiene la idea de que los líderes de las asociaciones son los principales beneficiados. Los productores manifiestan desconfianza y desinterés ante cualquier tipo de organización.

A pesar de las dificultades que enfrentan las organizaciones, quienes forman parte de alguna manifiestan que obtienen algunas ventajas cuando los miembros participan de manera activa y comprometida en beneficio del equipo. Aunque esto no sucede frecuentemente.

Es importante considerar las formas de organización formal e informal de los productores, ya que se pone en evidencia que en el mercado interno los intermediarios llegan a acuerdos para manejar el precio de la guayaba y esto dificulta las negociaciones en la venta.

Dinámica poblacional

Los aspectos sociales influyen en la alteración ambiental. En una zona de expulsión de población ese hecho nos puede indicar una disminución en el uso de los recursos o una posible falta de continuidad de procesos locales de manejo y uso de recursos ya que la gente que adquiere conocimiento (sobre todo los jóvenes) es migrante potencial (Zorrilla-Ramos, 2005). Según la información obtenida en las entrevistas en algunas zonas de producción existen problemas para conseguir mano de obra.

Como se observa en la **(Figura 22)**, la población de Calvillo en los tres últimos censos se concentra en los grupos de edades que corresponden de 0-30. Los

productores mencionan que existe poco interés por parte de la gente joven para dedicarse a la actividad guayabera debido a la inseguridad económica que enfrenta el cultivo y porque sólo es una actividad temporal (en el caso de los peones). Los jóvenes prefieren ir a trabajar a una fábrica por la seguridad salarial y las prestaciones económicas, explican los productores.

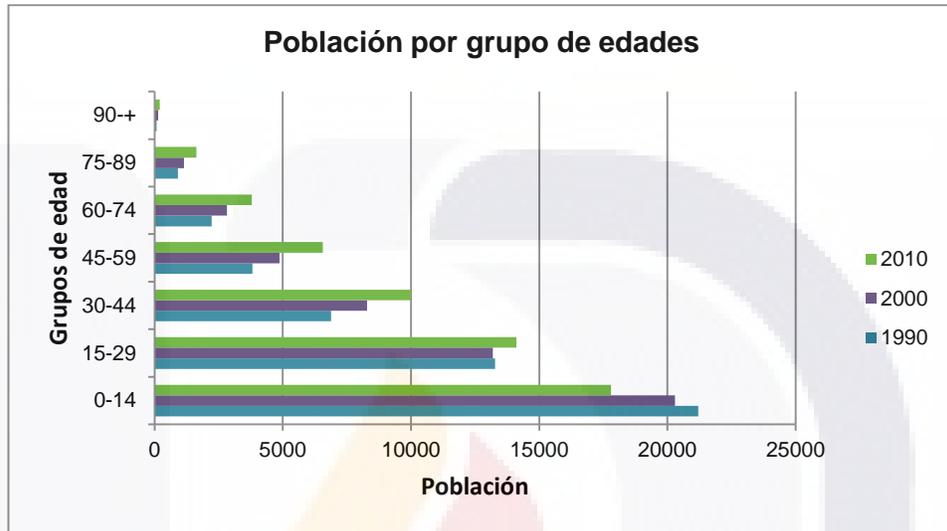


Figura 22 Población de Calvillo Censos 1990-2000-2010.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO (2014).

Se han observado cambios importantes en las actividades productivas a nivel estatal y municipal (**Figura 23**). Para 1980, a nivel estatal la población se dedicaba en un 29% a las actividades del sector terciario por las actividades comerciales y de servicios que lo conforman, mientras que 22% de la población se dedica al sector secundario por la generación de actividades de industrialización de los productos del campo y sólo 18% se dedica a actividades primarias. En Calvillo sucede lo contrario, 34% de la población económicamente activa (PEA) se dedica a las actividades primarias.

Para 1990 la PEA en el estado se concentra en la actividades secundarias y terciarias, mientras que en Calvillo 53% se dedica a las actividades primarias. Al 2000 se observan bajas en el sector primario a nivel estatal y municipal. Mostrando un descenso considerable en Calvillo al pasar de 53% al 6% debido a circunstancias de fenómenos naturales y a la falta de apoyo hacia el campo, situación que generó el desaliento de los fruticultores.

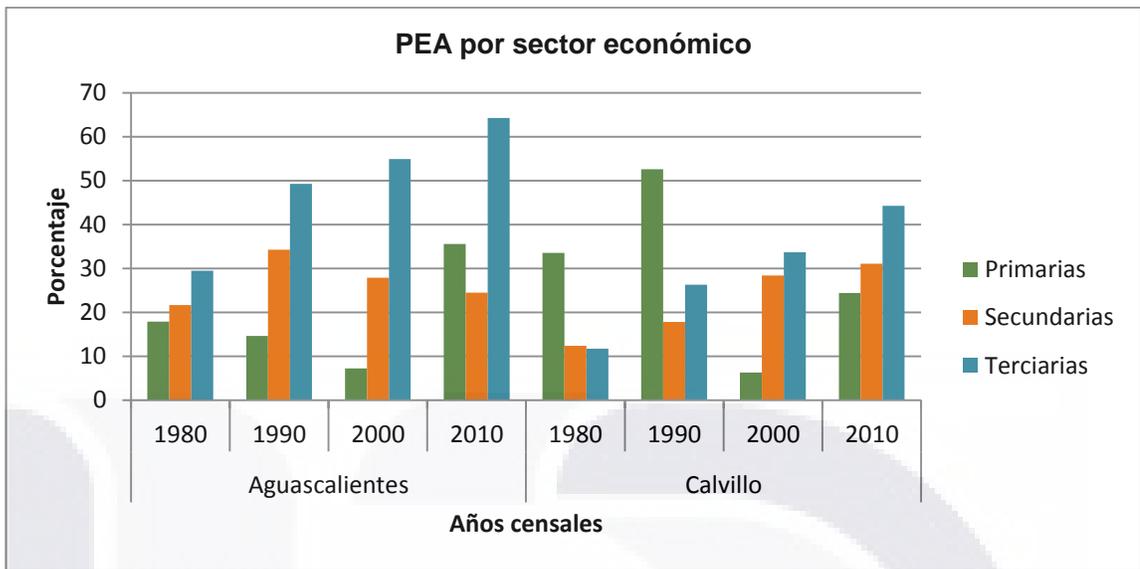


Figura 23 Porcentaje de PEA por tipo de actividad económica

Fuente: Elaboración propia datos INEGI (2017).

En 2010 se observa aumento en el sector primario, debido a las nuevas oportunidades generadas por el gobierno. En Calvillo 44% de la PEA se dedica a las actividades de comercio, transporte, gobierno y otros servicios, 31% realiza actividades correspondientes al sector secundario (industria manufacturera, electricidad, agua y construcción) y 24% corresponde a la población ocupada que realiza labores de agricultura, ganadería, pesca y silvicultura.

Condiciones de contorno

Clima

Los cambios en la energía del Sol, en la rotación, en la órbita o en la inclinación de la Tierra, han producido y producirán cambios climáticos naturales en todo el planeta. A esto se le denomina cambio climático global. Existe otra fuente de cambio en el clima global; las actividades humanas desde la Revolución Industrial. A partir de este momento, los procesos industriales se desarrollan básicamente quemando combustibles fósiles (petróleo, gas y sus derivados, como la gasolina). Los gases producidos por estas actividades se liberan a la atmósfera y cambian su composición (Conde, 2006).

La combinación de estos dos procesos está produciendo un cambio en el clima planetario. La cantidad de bióxido de carbono en el planeta ha aumentado en un 30%, lo que ocasiona el calentamiento del planeta que trata de redistribuir la energía que ya no puede liberar al espacio. En este proceso, se calienta la superficie terrestre y marina. La Tierra se ha calentado en los últimos 100 años alrededor de medio grado Celsius. De seguir esta tendencia, para el año 2100 el planeta se calentaría entre 1.4 y 5.8 grados Celsius, aumentaría con ello el nivel del mar, cambiando los patrones de lluvia y aumentando los eventos climáticos como las ondas de calor, las lluvias torrenciales y las sequías, por ejemplo (Conde, 2006).

Los estudios realizados para México indican que los impactos posibles de ese cambio pueden ser considerables. La agricultura de temporal (que depende de las lluvias de verano) sería fuertemente afectada; el agua disponible (de por sí escasa) será más peleada entre las ciudades, los cultivos y las industrias; los bosques, particularmente nuestros bosques templados, podrán verse reducidos al no tener las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo (Conde, 2006).

La producción de guayaba se ve afectada cada año por las condiciones climáticas, aunque éstas han favorecido el cultivo de la guayaba desde hace más de un siglo, los fenómenos extremos como heladas, granizadas y sequías han afectado en algunas ocasiones la producción.

La guayaba se adapta a regiones tropicales y subtropicales, subhúmedas y semiáridas. Los huertos comerciales de guayaba han tenido el mayor de los éxitos en elevaciones menores a los 1,000 msnm. Sin embargo, existen huertos desde los 600 metros hasta los 2,200 metros sobre el nivel del mar. Algunos autores mencionan que el límite económico está entre 560 y 610 metros.

Temperatura

La temperatura es considerada como un factor importante para los frutales, ya que puede ser limitativo en algunos casos y ejerce acción a lo largo de todo el año sobre los procesos fisiológicos. Para el cultivo de guayaba la temperatura media anual óptima es de 23 a 28 °C, aunque el rango oscila entre 15 y 35 °C, con una óptima para fotosíntesis de 25 a 30 °C. La temperatura máxima letal es de 45 °C.

Heladas

Este frutal es sensible a las bajas temperaturas y puede ser severamente afectado por temperaturas menores de 0°C, dependiendo del estado de desarrollo en

que se encuentre. En algunas localidades de Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas y el Estado de México, se tienen riesgos de presencia de heladas durante el período invernal. Para el municipio de Calvillo, en Aguascalientes se menciona que pueden presentarse hasta 20 días con heladas durante el invierno, por lo que en esta área es alta la probabilidad de daños por frío.

Las bajas temperaturas que se presentaron en las heladas ocurridas en diciembre de 1997 afectaron la producción y en algunas huertas ocasionaron daños que variaron en intensidad, llegando en casos extremos a la muerte de los árboles expuestos a estos fenómenos climáticos, como sucedió con las huertas en la localidad de Presa de los Serna y algunos casos aislados en las zonas de producción La Labor y Malpaso.

Granizadas

El granizo es un factor que año con año puede reducir la cantidad y calidad de la fruta que se cosecha en las principales zonas productoras (Padilla S., 2008). Cada año se presentan granizadas entre los meses de junio a septiembre en algunas zonas de producción del municipio, afectando la producción y calidad de la fruta. Contra este fenómeno climático algunos productores cuentan con malla antigranizo; sin embargo, los que no tienen la malla cada año están expuestos a sufrir los daños ocasionados por el granizo. Según información obtenida mediante las entrevistas en algunas ocasiones el gobierno ha dado apoyo por siniestro, pero no todos los años cuentan con ese apoyo. La instalación de malla antigranizo requiere de una inversión que no todos los productores se encuentran en posibilidad de realizarla. En entrevista los productores comentan que sólo un año recibieron apoyo por parte de gobierno para la instalación de mallas antigranizo.

Sequías

En cuanto a la cantidad de precipitación anual, además de ser insuficiente en muchos casos para lograr una buena producción, un alto porcentaje de la lluvia se concentra en los meses de junio a octubre, por lo que se requiere de la aplicación de riegos complementarios. Los productores mencionan que en los últimos 5 años no han tenido problemas por la falta de agua.

Precipitación

La precipitación es el elemento del clima que origina el escurrimiento sobre la superficie hacia cuerpos de agua mayores. A su vez los escurrimientos son influenciados por las características de la superficie, pendiente y vegetación; de tal

manera que es posible la modelación hidrológica del escurrimiento, teniendo como base la precipitación (Bueno Hurtado P., 2013).

La precipitación no impacta directamente sobre la producción (**Figura 24**). La precipitación en cantidades regulares para la región asegura los niveles de las presas. En los años en los que escasea la precipitación las presas no almacenan agua suficiente y la cantidad de agua que se reparte a cada productor es mínima y la utilizan para evitar que los árboles se sequen. Los productores que quieren producir y que cuentan con las posibilidades económicas compran agua para el riego durante el ciclo, lo que eleva los costos de producción. La información obtenida en entrevistas indica que las sequías no son un fenómeno recurrente en el municipio y que en los últimos años no han tenido problemas respecto a los niveles de agua. La disminución drástica a principios de los 80 de la superficie sembrada, probablemente ocurrió por los bajos niveles de precipitación; sin embargo, los productores no recuerdan con certeza en que años exactamente se presentó este problema. Cuando se llega a presentar este fenómeno, los productores que no son económicamente estables y que riegan con agua de presa son los principales afectados, ya que existen limitaciones en cuanto a la cantidad de agua disponible y no pueden compra agua para realizar el riego.

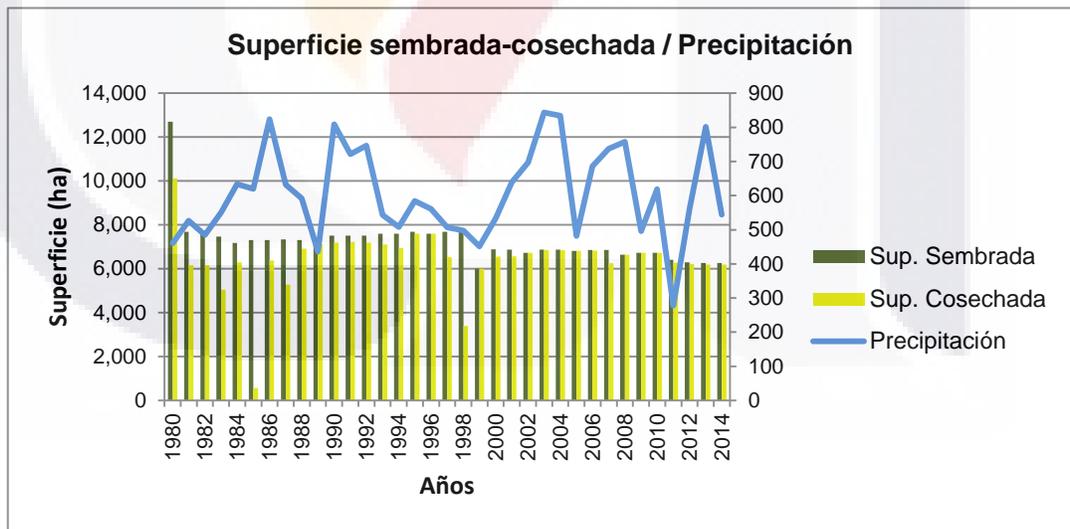


Figura 24 Superficie de guayaba/precipitación en Calvillo, Ags.

Fuente: Datos de superficie del cultivo SIAP (2017). Precipitación histórica SMN.

En el **Cuadro 9** se observan los cambios en las variables de temperatura media y precipitación en tres momentos: Históricos 1902-2011, Escenario al año 2030 y Escenario al año 2050. Se muestra un aumento de temperatura. La precipitación descenderá y en el escenario al 2050 aumenta; sin embargo no retoma los valores históricos. Los datos a nivel mensual de estos tres momentos se encuentran en ANEXOS.

Cuadro 9 Análisis histórico y escenarios 2030, 2050. Temperatura y precipitación.

<i>Modelos Atlas Climático</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Precipitación</i>
Históricos 1902-2011	17.02	636
Escenario 2030	17.88	563.5
Escenario 2050	18.58	576.5

Fuente: Elaboración propia. Datos Atlas Climático de México.

Políticas públicas

El 57% de los productores no reciben asistencia de ningún tipo, comentan que las actividades que realizan en su huerta las llevan a cabo de determinado modo por la experiencia de otros productores o porque así lo hacían sus padres. Algunas instituciones mencionadas por los productores que reciben asesoría son SAGARPA, Sistema Producto Guayaba (o Junta de guayaberos, como algunos lo conocen), CESVA, INIFAP, UAA. La asesoría que reciben por parte de estas instituciones no tiene costo.

El 70% de los productores conocen instituciones relacionadas con su actividad. Entre las instituciones que los productores relacionan con su actividad se encuentra SAGARPA y Sistema Producto Guayaba, principalmente. El 30% dicen no saber o conocer alguna institución relacionada con su actividad. Otras instituciones relacionadas con la actividad guayabera mencionadas por los productores son CESVA, UAA, SEDRAE, CADER.

Los objetivos del COMEGUAYABA, A.C., son pugnar por el incremento de la productividad y la producción de guayaba, mejorar la comercialización y la industrialización del producto, para logra que la actividad sea rentable y competitiva, con criterios de sustentabilidad y protección del ambiente. Participar en la definición de programas y apoyos para sus asociados. El Gobierno Federal integró la Cadena Agroalimentaria Guayaba, que es un enfoque estratégico, el cual es corolario de las reuniones del Sistema Producto Guayaba, que iniciaron a principios de los 90's y que

se celebraron en los diversos estados productores, como Aguascalientes, Zacatecas, Michoacán, Estado de México y Querétaro, entre otros. La Cadena agroalimentaria será en beneficio de los grupos de productores, industriales y comercializadores de la guayaba en México (González G., 2002).

En el caso de Calvillo, 67% de los productores entrevistados no reciben apoyo. Los apoyos que los productores entrevistados han recibido son para instalar malla antigranizo, apoyo de siniestro (granizada o helada), huiras, apoyo en energía eléctrica y apoyo para cambiar el sistema de riego (microaspersión). Estos apoyos son otorgados por el CADER, el Sistema Producto y los Antorchistas. Respecto a la solicitud de apoyos comentan que los trámites son complicados por la cantidad de papeles que les solicitan y trámites bancarios que deben realizar para recibir el apoyo.

El 80% de los productores conocen los beneficios que ofrecen las instituciones, pero coinciden en que los apoyos los reciben siempre los mismos. El 47% opinan que las actividades no favorecen realmente a los productores, ya que apoyos como huiras o químicos para abonar o fumigar no les es suficiente para tener una producción de calidad y no reducen gran parte los costos de producción.

Para el COMEGUAYABA, la prioridad es la comercialización, seguida del desarrollo industrial, la transferencia de tecnología, la organización del sector y el desarrollo de instrumentos financieros para impulsar también a las agroindustrias en todos los estados, así como la compra de máquinas procesadoras, con el fin de obtener productos derivados como licores, cremas, ates, confitería y envasados (COMEGUAYABA, 2005).

Considerando lo anterior, las políticas públicas proponen la actualización y mejora de los procesos de producción y el mercado de la guayaba en busca de la mejora de los productores. Sin embargo, la cadena de producción inicia con el productor y ni los apoyos, ni la información llegan a todos los productores. Además que existe poco interés por parte de los productores de ser partícipes en las actividades de las instituciones que los representan, desmotivados por experiencias anteriores.

Mercado

El sector agropecuario en México es cada vez menos competitivo, dado que existe una creciente importación de alimentos, lo que implica que se tiene menor capacidad de producirlo y distribuirlos al mercado. Una limitante que enfrenta la comercialización del cultivo de guayaba son los daños por insectos, magulladuras,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

rajaduras, granizo y otros que afectan la calidad de la fruta; sin embargo, es un cultivo rentable (Sangerman D., 2013).

En 1977 la guayaba se destinó exclusivamente al consumo interno, como fruta fresca, ya que las exportaciones ocuparon volúmenes limitados. Como materia prima la industria utilizó 15% de la producción nacional, 79% fue consumido en fresco estimándose un 6% de mermas en su comercialización. Hacia 1979 se incrementó el interés por el consumo de la guayaba, ya que fue considerada como una de las frutas tropicales y subtropicales más valiosas. Es una excelente fuente de vitamina "C" que en ocasiones sobrepasa los 500 mg/100 g en pulpa fresca. Además es apreciada por su alto contenido de carbohidratos y minerales indispensables en la dieta humana. En 1980, la superficie plantada de guayaba, ascendió a 14,750 ha, las cuales produjeron 175,000 toneladas equivalentes a 658,000 millones de pesos. El área de producción más importante estaba localizada en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, que represento el 75% de la superficie cultivada y aportó el 80% de la producción nacional (INEGI, 1985; Mendoza, 2005).

La superficie destinada al cultivo de la guayaba a nivel nacional alcanzó su tope máximo en 1980 con más de 23,000 ha. A partir de este año, se inició un prolongado período de reducción-recuperación, que llega hasta la actualidad, pero que está lejos de los niveles registrados en 1980. La oferta nacional durante los últimos trece años, ha permanecido prácticamente estancada. Esto es el resultado de la reducción de la demanda del mercado nacional, de la falta de oportunidades de expansión hacia el mercado externo, así como a las limitaciones en el mejoramiento tecnológico de la producción. El incentivo de mercado no ha sido suficiente para impulsar a los productores hacia la introducción de mejoras tecnológicas que redunden en la elevación del rendimiento, lo que parece indicar una inercia en la producción, originada por un margen aceptable de rentabilidad y la existencia de un mercado interno relativamente estable y poco exigente (ASERCA, 1998).

En años recientes se ha incrementado de manera espectacular el interés o el consumo de guayaba en fresco lo que ha abierto amplias posibilidades de mejoramiento de la producción y comercialización. Sin embargo, tales proyecciones no podrán alcanzarse si no se superan los actuales niveles de producción, calidad y presentación en el mercado(De Luna, 2013).

Comercialización

Los productores de guayaba tienen diferentes formas de comercializar su fruta. Algunos cuentan con bodegas de mayoristas, propias o rentadas, en las centrales de abastos de Guadalajara o de la ciudad de México. Alternativamente, envían su fruta en consignación a bodegueros establecidos en las mismas centrales de abasto. Los productores que tienen menos recursos prefieren vender a pie de huerta, a los diversos intermediarios que operan en la región. Los intermediarios se concentran en un lugar denominado La Panadera, a donde acuden los productores con su fruta o muestras de ella a fin de ofrecerla. Tanto éstos como aquellos, se informan previamente de las operaciones de mayoreo realizadas en las centrales de abasto el día anterior para calibrar los cambios en los precios al mayoreo y los niveles de las existencias de guayaba en las bodegas, de manera que se conocen los movimientos, los precios y las expectativas inmediatas, para negociar el mejor acuerdo de compra-venta de la fruta (ASERCA, 1998) (González G., 2002) (De Luna, 2013).

Los productores que tienen identificados a sus clientes de hace años, tienen mayor seguridad de que obtendrán un buen precio por su fruta porque existe oportunidad de negociación. Es difícil encontrar un “buen cliente” comenta un productor; ya que hasta entre los mismos productores de la región existen “traiciones” y bajan los precios con tal de vender su fruta. No le dan el valor a su producto.

El principal problema de la comercialización de la guayaba es el monopolio de los compradores en el mercado interno que evita que los productores negocien el precio de su producto. Este problema persiste desde hace años; sin embargo, los productores se arriesgan y cada ciclo e invierten con la esperanza de que esta situación mejore.

Se presenta en el municipio un cacicazgo en cuanto a los compradores de guayaba. Según las entrevistas, es arriesgado salir del municipio a vender la fruta, porque es probable que no encuentren un mejor precio y esa búsqueda de un buen cliente se vuelve pérdidas económicas y de tiempo. Por esta razón deciden venderla los compradores de la zona, quienes de manera informal toman acuerdos para pagar cierto precio por kilo. Evitando la negociación de compra-venta.

Entre los casos exitosos están el de la Cooperativa Pascual y JUMEX en el que se realiza un acuerdo previo del precio de venta con asociaciones de productores. Los resultados han sido satisfactorios para los productores que participan en estos acuerdos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

No en todos los casos los acuerdos resultan exitosos; ya que en otras ocasiones el acuerdo con las grandes empresas consiste en entregar el producto y realizar el pago después. El resultado es la modificación del precio acordado en el mejor de los escenarios o no se realiza el pago. Estas experiencias generan la desconfianza de los productores para realizar negociaciones por lo que ofrecen su producto al primer postor sin la posibilidad de mejorar el precio de venta.

Industrialización

La guayaba es altamente perecedera por causa de su intenso metabolismo durante la maduración. Esta característica es de suma importancia en el período poscosecha si se piensa en la expansión del mercado de guayaba para el consumo en fresco. Por otra parte, el uso como fruto de mesa va a estar determinado por la aplicación de adecuados índices de recolección, determinación del punto de cosecha apropiado, la ampliación de la vida útil poscosecha, la calidad de la fruta para el mercado en fresco y su industrialización. Varios factores precosecha, entre los que se pueden mencionar el genotipo, las condiciones climáticas, las condiciones edáficas y las prácticas agrícolas en el manejo del cultivo, afectan la calidad de la fruta. Igualmente, la cosecha y la poscosecha pueden acelerar procesos de senescencia, afectando sensiblemente la calidad y limitando el período de comercialización de la fruta (Solarte M., 2010).

Las compras que realizan los industriales de la guayaba, utilizando el conducto de los intermediarios, se hacen con precios estables y para entrega a pie de fábrica. Se ha generalizado la idea de que la industria solamente consume guayaba de segunda, que es la de menor precio y sobre la que es poco importante su apariencia, dado que al transformarse pierde sus propiedades físicas. Sin embargo, para el caso de la guayaba enlatada, entera o en mitades, se requiere de fruta de la más alta calidad, de mejor apariencia y de tamaño homogéneo.

Con el objeto de evitar los precios más elevados de la temporada de menor disponibilidad de fruta fresca en el mercado, la mayoría de los industriales adquiere y procesa la mayoría de sus requerimientos de fruta durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero de cada año, almacenando la pulpa de guayaba congelada o en sacos asépticos cerrados al alto vacío. La excepción es la guayaba enlatada, que debe adquirirse conforme la demanda del producto final lo requiere,

aunque también se concentra la producción de enlatados durante los meses de mayor producción de la fruta fresca y se almacena el producto terminado.

Grandes volúmenes de fruta fresca se dedican a la transformación en ates y jaleas en micro y pequeñas empresas que los producen regionalmente, y cuya demanda de fruta fresca no es fácilmente identificable.

En el mercado se comercializan ates enlatados de marcas conocidas, aunque también se encuentra ate o granel o en bloques, de marcas poco conocidas y de cobertura regional, lo que dificulta precisar los volúmenes de fruta fresca que se destinan a la producción de ates y jaleas (ASERCA, 1998).

Competencia

Hasta hace algunos años Aguascalientes era el principal productor a nivel nacional; sin embargo, Quintero (2014) menciona que en el Estado de Michoacán el cultivo de guayaba se inició con mucho éxito en terrenos planos que permitieron introducir maquinaria agrícola, lo que disminuye los costos de producción; además de que cuenta de manera abundante con el recurso agua. A raíz de esto los productores en Calvillo han tenido que buscar nuevas alternativas de producción para sostener su negocio.

Funcionamiento y perspectivas del SSE de las huertas de guayaba

Según la metodología propuesta para abordar este estudio, el sistema se define durante el transcurso de la investigación. Para poder conocer la estructura del sistema es necesaria la identificación de límites y los elementos que conforman los subsistemas (**Figura 25**).

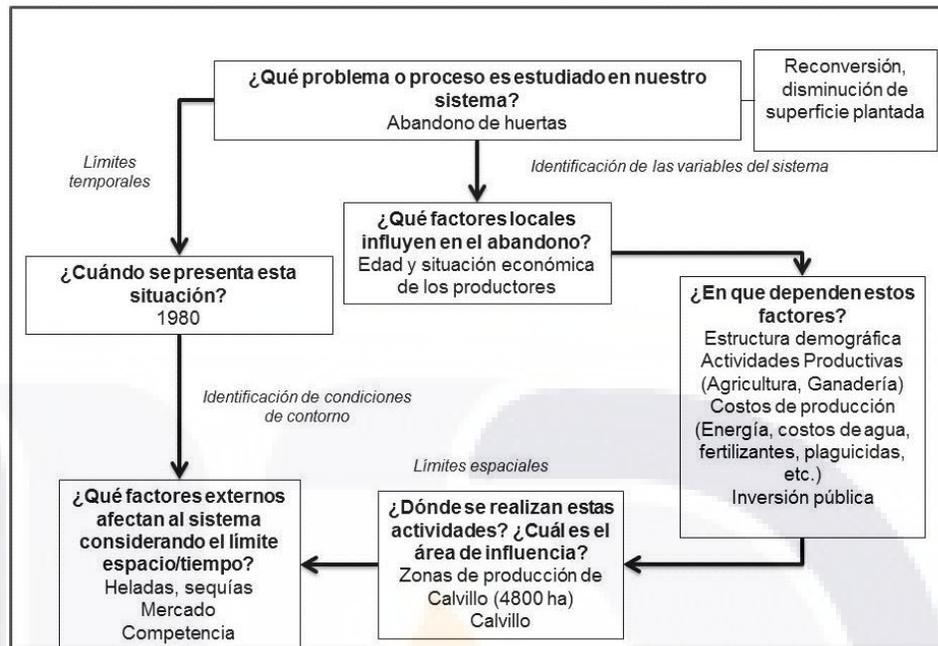


Figura 25 Definición de los límites y elementos del SSE de las huertas de guayaba

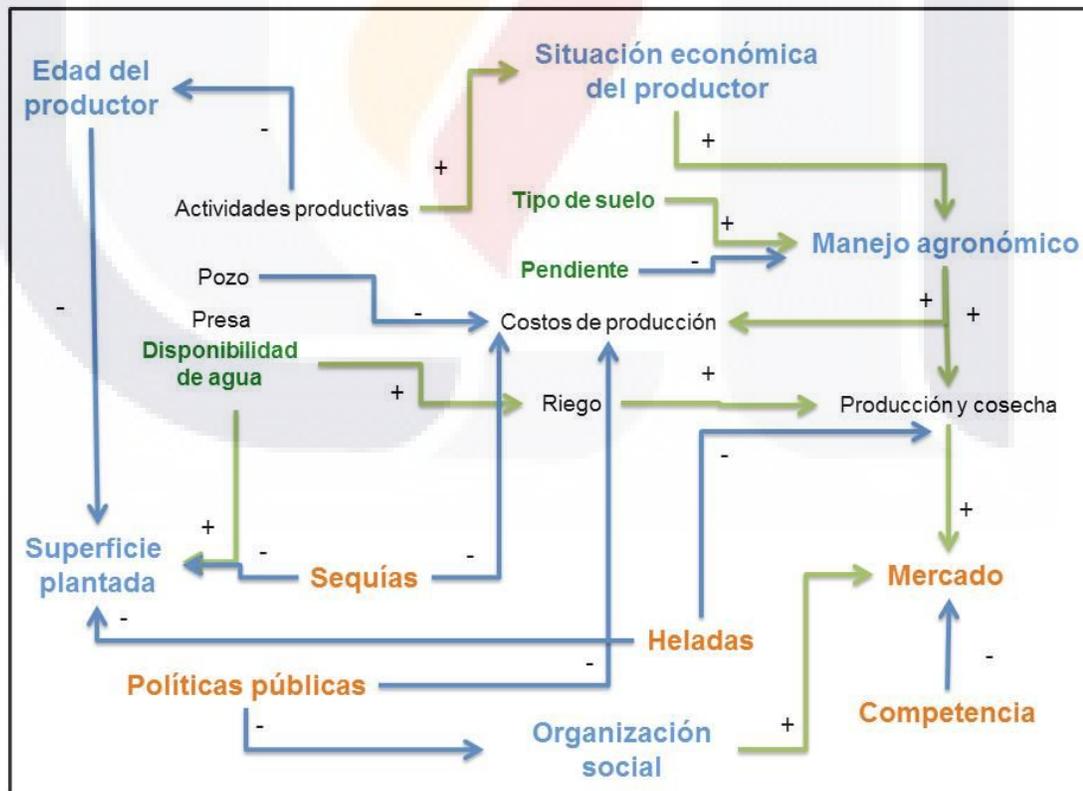


Figura 26 Relaciones entre los elementos del SSE de las huertas de guayaba

*Los elementos principales del sistema están representados por letras en color azul. Los límites ambientales en color verde. Las condiciones de contorno de color naranja. Las flechas azules representan interacciones negativas y las verdes interacciones positivas.

En el estudio de los sistemas complejos se presentan relaciones no lineales entre las variables que determinan el funcionamiento. En el caso del SSE de las huertas de guayaba se identificaron 10 variables representativas para el funcionamiento del sistema. Se diferenciaron las variables internas y las condiciones de contorno que determinan la dinámica del SSE de las huertas. Las variables internas se refieren a aquellas que están dentro del sistema. Mientras que las condiciones de contorno son las variables que son externas al sistema, pero influyen en su funcionamiento. En el primer caso están: la superficie plantada, la edad y situación económica de los productores, el manejo agronómico y la organización social. En el segundo caso están los fenómenos climáticos extremos como sequías y heladas, las políticas públicas, el mercado y la competencia.

El abandono, la reconversión de las huertas y la disminución de la superficie está relacionada con la edad del productor y su situación económica; ya que estas determinan si el productor trabaja, vende o realiza una reconversión en su huerta.

Los elementos principales que determinan el funcionamiento del sistema son la edad del productor que está relacionada con su situación económica. De esta última depende el tipo de manejo agronómico que el productor realiza en su huerta, determinando esto la producción y calidad de la fruta.

Respecto al manejo agronómico, lo que ocasiona una gran variabilidad en los costos de producción es la disponibilidad de agua. Si el agua proviene de presa los costos disminuyen, sucede lo contrario si el agua se obtiene de pozo.

La falta de organización social de los productores impide un comercio justo en la región. Sin embargo, se observa que los productores organizados obtienen beneficios en el ámbito para el que se organizan, desde los costos de algunas de las labores hasta la comercialización de su producto.

Aunque los productores han adaptado el cultivo a las condiciones climáticas de la región, enfrentan los fenómenos climáticos como heladas o sequías que afectan la producción y calidad de la fruta. En cuanto a las condiciones de contorno el mercado y la competencia afectan el proceso de comercialización.

Los productores: edad y situación económica

Al considerar la edad avanzada de los productores y su situación económica, se espera que el número de productores disminuya. El 36% de los productores entrevistados han vendido, reconvertido o abandonado la huerta.

En el caso de los recientes compradores de huerta es importante mencionar que todos ellos habían trabajado en huertas o tienen otras, de tal manera que son productores con experiencia en el cultivo de la guayaba y lo consideran una actividad rentable.

La edad avanzada de los guayaberos les impide realizar de manera personal las actividades que requiere la huerta y manifiestan no saber hacer otra cosa ya que siempre se han dedicado a “la guayaba” o son agricultores.

El 73% de los productores entrevistados comenta que no ve interés en los jóvenes por dedicarse a esta actividad, por lo que al “faltar” el productor es muy probable que la huerta sea abandonada o vendida.

En las entrevistas realizadas los productores que consideran la producción de guayaba como una actividad rentable realizan otra actividad económica, comentan que dedicarse a la guayaba solamente no deja mucho, lo que hace necesario que los productores cuenten con otra fuente de ingresos. Los productores que continúan y que consideran que es una actividad no rentable, lo hacen por cuestiones “de arraigo” o porque no saben hacer otra cosa.

Las situaciones mencionadas anteriormente explican la disminución del número de productores, por lo que la continuidad de la actividad guayabera dependerá de aquellos productores que tengan ingresos económicos suficientes para emplear a alguien más en las actividades de la huerta o que puedan sobrellevar la inseguridad económica de la actividad, además de los daños ocasionados por los fenómenos climáticos extremos.

Manejo agronómico: Productividad y Calidad

Si en la actividad guayabera permanecen los productores con una solvencia económica favorable, el manejo agronómico eficiente que realicen en sus huertas traerá como resultado un aumento en la producción, mejora de la calidad y la presentación al mercado que son requerimientos actuales del mercado.

Disponibilidad de agua y sistemas de riego

El agua es un recurso fundamental para producir. La disponibilidad y los costos del agua limitarán en algún momento la producción en algunas zonas, sobre todo en aquellas donde cada vez se obtiene el agua a una profundidad mayor y con una

calidad menor. En el caso del riego con agua de presa la limitante sería la disminución en la precipitación; ya que del volumen almacenado dependen los costos y la cantidad de agua que se reparta para cada usuario.

Clima

Los daños ocasionados por los fenómenos climáticos, que afectan la productividad y la calidad de la guayaba, solo podrán ser superados por aquellos productores que sean capaces de contrarrestar los efectos para continuar con la actividad a pesar de las pérdidas. En estos casos se debe considerar que se requieren otras fuentes de ingreso por parte de los productores.

Organización social y comercialización

Existen diversos estudios sobre la importancia de las organizaciones sociales en el ámbito agrícola y los beneficios de estas (Lobo, 2011) (Pat Fernández J., 2012) (Escalona Ulloa M., 2014); sin embargo, se tienen desventajas como la poca cultura de la asociación, desconfianza por experiencias anteriores y pensamientos individualistas. Es necesaria la organización y participación por parte de los productores. Solo el 16% de los entrevistados pertenece a alguna organización; sin embargo se observó en los talleres que los productores que participan de manera activa en algún tipo de organización tienen algunas ventajas. El “mal” precio pagado al productor es una opinión generalizada, sin embargo los productores que se organizan para comercializar su producto logran buenos resultados. Sin embargo, para lograr un producto de calidad y poder exigir un precio justo es necesario un buen manejo agronómico considerando la sustentabilidad del sistema. Por lo que es necesario buscar prácticas alternativas que tiendan a la preservación de los recursos: agua y suelo. Con base en esta información tendrán mayores beneficios aquellos productores que se organicen.

Políticas públicas

Las políticas públicas no son incluyentes y son pocos los productores que tienen acceso a los apoyos otorgados por las instituciones. Las estrategias propuestas por el gobierno deben orientarse hacia las necesidades reales de los productores. Las instituciones deben proponer acciones incluyentes.

Conclusiones

La edad y el nivel de ingresos del productor determinan el manejo agronómico sobre la huerta, influyendo directamente en rendimiento y la calidad. Estos elementos también se relacionan con la permanencia de la huerta, la falta de capacidad para realizar las labores de la huerta debida a la edad avanzada del productor lo obliga a abandonar o vender la huerta. La falta de recursos económicos para dar mantenimiento a las huertas es causa de abandono, venta o reconversión de las huertas.

Los productores han adaptado al cultivo a las condiciones ecológico-ambientales de la región obteniendo buenos resultados. Los fenómenos climáticos extremos como las sequías y heladas han contribuido a la disminución de la superficie plantada en el municipio. Los productores más afectados son los que no cuentan con una estabilidad económica, ya que no están en posibilidad de minimizar los daños ocasionados por esta situación.

El precio de venta debería tratarse con base en la calidad del producto; sin embargo, el monopolio y las alianzas entre los intermediarios que manejan el mercado interno limitan la negociación.

Los diversos tipos de organización social (formal e informal) favorecen a sus miembros. Los productores de Calvillo se organizan principalmente para la distribución y manejo del recurso agua y existen asociaciones relacionadas con el comercio e industrialización de la fruta. Los productores con organizaciones eficientes obtienen beneficios; sin embargo la falta de confianza de los productores hacia las formas de organización, impiden la creación de asociaciones que los representen y que gestionen, buscando una solución real a sus necesidades.

Las políticas públicas no son incluyentes y no consideran la problemática de manera integral.

La venta, reconversión de cultivo y abandono de las huertas se dan principalmente por la edad y la situación económica del productor. Por lo que se espera la disminución del número de productores, permaneciendo aquellos con un nivel de ingresos favorable. El aumento del rendimiento y la calidad en función de los requerimientos del mercado, como consecuencia de la permanencia de productores exitosos.

Bibliografía consultada

- Aguilar G., G. R. (2011). Uso de los recursos naturales y productivos en el cultivo de la guayaba en la región de Juchipila, Zacatecas. <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/viewFile/2362/2258>. *Revista Geográfica de America Central*, 1 - 21.
- ASERCA. (1998). La guayaba en México. Un largo camino por recorrer. *Claridades Agropecuarias*, 3-14.
- Bot A., B. J. (2005). *The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production*. Roma: FAO.
- Bueno Hurtado P., S. C. (2013). Caracterización hidrológica para cuencas en zonas áridas de México. *Agrofaz, II*, 125-132.
- Calvillo., H. A. (2013). *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Calvillo*. Calvillo, Aguascalientes, México.
- Castañares, E. (2009). *Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México*. México, D.F.: CONABIO.
- CENAPRED. (2001). Heladas. *Fascículos*, 39.
- Challenger A., B. G. (2014). La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación Ambiental*, 1 - 21.
- CODAGEA. (2008). *Evaluación externa del programa de suministro e instalación de medidores volumétricos y totalizadores en pozos de uso agrícola y pecuario en los acuíferos del estado de Aguascalientes 2006*. Aguascalientes, Aguascalientes.
- COMEGUAYABA, A. F. (2005). *Manual para la producción del cultivo integral de la guayaba*. Aguascalientes, Aguascalientes.
- CONACYT. (2013). *Demandas por sistema producto*. CONACYT-SAGARPA.
- CONAGUA. (2014). *Estadísticas del agua en México*. México: SEMARNAT CONAGUA.
- CONAGUA. (2015). *Atlas del agua en México 2015*. México: CONAGUA.
- CONAGUA. (2015). *Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Valle de Calvillo*. México: Diario Oficial de la Federación. CONAGUA. .
- CONAPO. (25 de Abril de 2014). *Consejo Nacional de Población*. Recuperado el 26 de Junio de 2015, de Consejo Nacional de Población: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
- Conde, C. (2006). *México y el cambio climático global*. México, D.F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia.
- Cortés M., I. M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. . Ciudad del Carmen, Campeche. : Universidad Autónoma del Carmen.
- Cruz-Delgado, D. L.-R. (2013). México: Factores explicativos de la producción de frutas y hortalizas ante la apertura comercial. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 267 - 278.
- De Luna, A. (2013). *Estudio de la guayaba*. Aguascalientes, México. : UAA.
- Escalona Ulloa M., F. P. (2014). Cambios en la organización económico espacial de la fruticultura en territorios de La Araucanía, Chile. *Economía, Sociedad y Territorio*, 119-140.
- Fahar, S. (2012). Los sistemas socio-ecológicos. Una aproximación conceptual y metodológica. *XIII Jornadas de Economía Crítica. Los costes de la crisis y alternativas en construcción*. , (págs. 265-280). Sevilla, España.
- FAO. (18 de Febrero de 2016). *FAO*. Recuperado el 18 de Febrero de 2016, de http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sm/soil_moisture.pdf

- FHIA. (2011). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos* (Segunda ed.). Honduras: FHIA.
- Gallegos Morales G., C. S. (2007). Microorganismos benéficos asociados a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en guayabo (*Psidium guajava* L.) de Calvillo, Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 106-112.
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible, un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: CEPAL- Serie Medio Ambiente y Desarrollo.
- García R. et.al., S. S. (1988). *Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva. El caso de la Comarca Lagunera*. México: IFIAS - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.
- García, H. V. (2011). *Fabrica de dulces y empaque de exportación de guayaba a los Estados Unidos "Flor de Calvillo"*. México: IICA.
- García, P. Á. (1996). *Escasez de agua en una región indígena de Michoacán: el caso de la meseta Purépecha* (Primera ed.). Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán A.C.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Giacinti Arreola J., C. B. (2008). *Estudio Regional Forestal*. Aguascalientes, México.
- González G., P. R. (2002). *Guayaba su cultivo en México*. Pabellón, Aguascalientes, México: INIFAP.
- González Pérez H., Á. D. (2011). Transmisión de precios en la cadena productiva del gas natural al amoniaco anhidro en México. *Terra Latinoamericana*, 277-285.
- González, A. R. (1986). *Historia del Estado de Aguascalientes* (Tercera Edición ed.). Aguascalientes, Ags.
- Grammont, H. D. (2010). La evolución de la producción agropecuaria en el campo mexicano: Concentración productiva, pobreza y pluriactividad. *Andamios: Revista de Investigación Social*, 7(13), 85-117.
- H. Ayuntamiento de Calvillo. (2014). *Plan Municipal de Desarrollo Calvillo 2014 - 2016*. Calvillo, Aguascalientes.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación* (5 ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Huber-Sannwald E., R. M. (2012). Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development in dryland social-ecological systems: a case study from México. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 3158 – 3177.
- INEGI. (2010). *Principales resultados del censo de población y vivienda 2010 Aguascalientes*. Aguascalientes, Aguascalientes. : INEGI.
- INEGI. (23 de 05 de 2017). *Serie historica censal e intercensal*. Obtenido de Serie historica censal e intercensal: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/cpvsh/default.html>
- INEGI. (1985). *Estructura económica del estado de Aguascalientes. Sistema de cuentas nacionales de México*. México, D.F.: Secretaría de programación y presupuesto. INEGI.
- Islas-Ojeda, E. (2010). *Diagnostico sectorial del estado de Aguascalientes 2010*. http://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2013/resultados2013/PDF2/AGS/AGS_2008_Diagnostico.pdf. Aguascalientes, Aguascalientes. : CODAGEA.
- IUSS-WRB. (2007). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Roma: FAO.

- Jianguo L., D. T. (2007). Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *SCIENCE*, 1513-1516.
- k. (s.f.).
- La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*. (2008). Aguascalientes, México. : Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE). Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) .
- Lobo, E. (2011). El capital social y la organización social para la producción. *Actualidad Contable FACES*, 102 - 117.
- López, T. H. (1991). *Monografía del Municipio de Calvillo*. Aguascalientes, Aguascalientes: Gobierno del Estado de Aguascalientes.
- Martín-López B., G. J.-L. (2013). *Ciencias de la Sostenibilidad*. Bogotá, Madrid.
- MEA, M. E. (2005). *Evaluación de los ecosistemas del milenio. Informe de síntesis*. USA: Island Press.
- Medina S., M. M. (2013). *Estudios y propuestas para el medio rural. Diagnostico del desarrollo sustentable del sistema de microcuencas de la Sierra del Laurel, Calvillo. Tomo VIII*. . México: Universidad Autónoma Indígena de México. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo y Campus Puebla. .
- Mendoza López M., L. A. (2005). *Diagnóstico del manejo actual del cultivo de guayaba en la región oriente de Michoacán*. Uruapán, Michoacán: INIFAP-SAGARPA.
- Mercado S.E., B.-B. P. (1997). Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biology and Technology*, 143 - 150.
- Mondragón C., T. L. (2009). Caracterización de selecciones de guayaba para el bajo de Guanajuato, México. . *Agricultura Técnica en México*, 315 - 322.
- Padilla J., G. E. (2009). Evaluación de selecciones sobresalientes de guayaba (*Psidium guajava* L.) Registro de variedades. *Memoria XII Curso de Actualización Frutícola* (págs. 89 - 107). Coatepec Harinas, México: Fundación Sánchez Colín CICTAMEX, S.C.
- Padilla S., P. M. (2008). *Programa de transferencia de tecnología en guayaba*. <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/nodos/TGuayaba.pdf>. Aguascalientes: INIFAP.
- Pat Fernández J., L. L. (2012). Organización social productiva: situación y perspectiva apícola de la sociedad UNAPINCARE en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México. *Región y Sociedad*, 201 - 230.
- Quintero, J. M. (2014). Análisis de la logística para exportación de guayaba (*Psidium guajava* L.) en fresco a Estados Unidos de América. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2591/1/Quintero_Ramirez_JM_DC_Economia_2014.pdf. *Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados*. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Rojas, B. (1981). *Destrucción de la hacienda en Aguascalientes 1910-1936*. Zamora, Michoacán, México: El Colegio de Michoacán.
- SAGARPA. (09 de Marzo de 2017). *SIAP*. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.: http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=240
- SAGARPA. (s.f.). *Hidrología aplicada a las pequeñas obras*. México: SAGARPA. Colegio de Postgraduados.
- Salas W., R. L. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad.

- <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v8n2/v8n2a15.pdf>. *Revista Lasallista de Investigación*, 136 - 142.
- Salas Z., R. O. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología Austral*(22), 74 79.
- Sangerman D., L. B. (2013). Producción de guayaba [*Psidium guajava* (L.) Burm.] en el Estado de México, México. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263128355009>> ISSN 2007-0934. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1081 - 1093.
- SEDESOL. (1998). *Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional. Memoria Técnica y Metodológica*. . México: SEDESOL-INECC.
- SEMARNAT. (Marzo de 2016). Recuperado el Marzo de 2016, de http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documentos/pdf/cap_3_suelos.pdf
- Sokolov A., C. T. (1981). *Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos*. . Madrid, España: Instituto de hidrología de España. UNESCO. .
- Solarte M., H. M.-T. (2010). Caracterización fisiológica y bioquímica del fruto de guayaba durante la maduración. En M. L. Morales A., *Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (Psidium guajava L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva*. (págs. 85 - 119). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Soza, F. P. (2012). *Medidas básicas de protección ambiental*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- STPS, S. d. (2016). *Informe sobre Información Laboral*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Suárez Medina M., P. G. (2015). Aplicación del modelo de datos ArchHydor en el cálculo de disponibilidad de agua superficial. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VI(1), 175-181.
- Székely, L. N. (1997). *México: Evolución económica, pobreza y desigualdad*. Washington D.C.
- Tenza A., G. P. (2014). Evaluación de sustentabilidad con modelos dinámicos. Primeros avances en el estudio del oasis de Comondú, México. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a21.pdf>. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. , 178 - 187.
- Yam Tzec J., V. C. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de guayaba (*Psidium guajava*) y sus principales características en la postcosecha. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 74 - 82.
- Zorrilla-Ramos, M. (15 de Noviembre de 2005). La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica. . En P. E.-H. Sánchez O., *Temas sobre restauración ecológica*. (págs. 31 - 44). México, D.F. : SEMARNAT. Obtenido de La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica.: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/zorrilla.html>

Anexos

Anexo A Entrevista semiestructurada aplicada a productores de guayaba de Calvillo, Ags.

PROYECTO: *El Sistema Socioecológico de las huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes: Situación actual y perspectivas.*

Objetivos: Obtener información sobre la situación económica de los productores de guayaba, las labores culturales que realizan en su huerta, la disponibilidad de agua y sus formas de organización.

I. INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _____ **Informante:** Productor de guayaba Zona _____

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Sexo:** _____

Actividad principal: _____ **Otras actividades:** _____

II. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PRODUCTOR

- 1.- ¿Cuál fue el último grado escolar que cursó?
- 2.- ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted?
- 3.- ¿Alguna de estas personas apoya en las actividades de la huerta? ¿Recibe un pago?
- 4.- Además de producir guayaba ¿A qué se dedica?
- 5.- ¿De cuál de estas actividades obtiene más ingresos? ¿Cuál es el ingreso por actividad?
- 6.- La huerta ¿Es propia/ejidal/rentada?
- 7.- ¿Dónde se ubica su huerta?
- 8.- ¿Hace cuánto la plantó? ¿Qué edad tiene?
- 9.- ¿Desde hace cuánto la trabaja?
- 10.- ¿Cuánto mide su huerta en superficie o número de árboles?
- 11.- ¿Qué superficie de esta trabaja por ciclo?
- 12.- ¿Cuánto cosecha por ciclo? ¿A cuánto le pagaron el kilo/ton/caja?
- 13.- ¿Es rentable producir guayaba? ¿Por qué?
- 14.- ¿Por qué se dedica a esta actividad?

III. MANEJO AGRONÓMICO

- 15.- ¿Qué labores culturales hace en la huerta desde el inicio del ciclo hasta el fin? (Tabla)
- 16.- ¿Contrata trabajadores para el manejo de la huerta?
- 17.- De las actividades mencionadas ¿Para cuáles contrata trabajadores? ¿Por cuánto tiempo los contrata? ¿Cuánto les paga?
- 18.- ¿Dónde consigue a las personas que contrata?

- 19.- ¿Qué edad promedio tienen las personas que contrata? (Jóvenes, adultos, adultos mayores)
- 20.- ¿Ha tenido problemas para conseguir mano de obra? ¿Por qué?
- 21.- ¿Cuáles son las labores que le representan mayor problema y porque?
- 22.- ¿Recibe asesoría o asistencia técnica relacionadas con las labores de la huerta?
- 23.- ¿Quién proporciona dicha asesoría? ¿Tiene algún costo?

III. AGUA Y RIEGO

- 24.- El agua que utiliza en la huerta ¿De dónde viene (pozo/ presa/ambos)? ¿Siempre ha sido de esta fuente?
- 25.- Si es pozo, ¿Es propio?
- 26.- ¿Qué sistema de riego utiliza actualmente en su huerta? (¿Cómo riega?)
- 27.- ¿Siempre ha regado de esta manera? (Si o no) ¿Por qué? ¿Qué cambios ha hecho?
- 28.- ¿Cada cuándo riega? ¿Siempre ha sido así?
- 29.- ¿Qué cambios ha observado en la disponibilidad de agua (presa/pozo)?
- 30.- ¿Recuerda los diferentes costos del agua y sus variaciones (presa/pozo)?
- 31.- ¿Cómo se organizan para disponer del agua de pozo/presa?
- 32.- ¿Pertenece a alguna organización/asociación de usuarios? ¿Cuál?
- 33.- ¿Siempre se han organizado de esta manera?

IV. ORGANIZACIÓN SOCIAL

- 34.- ¿Conoce a alguna institución/sociedad/organización relacionadas con su actividad?
- 35.- ¿Pertenece a alguna institución/sociedad/organización relacionada con la producción de guayaba? ¿A cuál? ¿Desde cuándo?
- 36.- ¿Recibe algún apoyo relacionado con las actividades de su huerta? ¿De qué tipo? ¿Quién se lo proporciona?
- 37.- ¿Conoce los beneficios que se tienen al pertenecer a alguna organización?
- 38.- ¿Considera que las actividades de las instituciones mencionadas favorecen realmente a los productores? ¿Por qué?

V. PERSPECTIVAS

- 39.- De manera general ¿Qué futuro le ve a la guayaba en la región o municipio?
- 40.- Personalmente ¿Cómo ve el desarrollo de su actividad como productor de guayaba?
- 41.- ¿Existe interés de los jóvenes para continuar con la huerta?
- 42.- ¿Qué se tendría que hacer para mejorar y fortalecer la actividad en los siguientes temas:
- Para tener producto de calidad
 - Para la comercialización (venta de la guayaba)
 - Financiamiento
 - Otros aspectos que considere importante mejorar:

<i>Actividad</i>	<i>Orden</i>	<i>No. De veces por ciclo/año</i>	<i>Costos</i>	<i>Observaciones</i>
Calmeo				
Poda				
Formación				
Fructificación, mantenimiento o reproducción				
Rejuvenecimiento				
Sanitaria				
Despunte				
Rastrilla/cava				
Fumigación				
Deshierbe				
Brote				
Fertilización				
Abono				
Riego				
Trampeo				
Cosecha				
Otras				

Anexo B Modelos de Temperatura

Modelos de Atlas climático Temperatura						
	Histórico 1902-2011		Esc. 2030 HADGEM1 A2		Esc. 2050 HADGEM1 A2	
	<i>Máxima</i>	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Mínima</i>
Enero	15.9	9.4	16.4	10.3	17.2	11.1
Febrero	17.4	10.3	17.9	11.3	18.6	12
Marzo	19.7	12.6	20.3	14.3	21.9	15.4
Abril	22.3	14.9	23.2	16.2	24.3	17.3
Mayo	24.7	16.5	25.4	17.6	26.1	18.3
Junio	25.3	16.4	25.9	17.7	26.7	18.6
Julio	23.3	14.9	24	15.9	24.6	16.6
Agosto	23.1	14.6	23.9	15.9	24.6	16.7
Septiembre	22.6	14.2	23.3	15.6	22.1	15.2
Octubre	21.1	13.4	21.3	14.4	22.1	15.2
Noviembre	18.3	11.6	18.7	12.7	19.5	13.5
Diciembre	16.2	10	16.4	10.7	17	11.4
Promedio mensual	20.825	13.233	21.391	14.383	22.058	15.108
Promedio total		17.029		17.887		18.583

Anexo C Modelos de Precipitación

Modelos de Atlas climático Precipitación						
	Histórico 1902-2011		Esc. 2030 HADGEM1 A2		Esc. 2050 HADGEM1 A2	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Enero	23	13	23	14	2.5	1.5
Febrero	17	6	11	3	9	3
Marzo	7	1	8	2	8	2
Abril	8	2	5	2	3	1
Mayo	28	16	23	15	20	13
Junio	121	84	124	90	124	90
Julio	201	126	173	114	159	104
Agosto	158	118	149	18	142	111
Septiembre	116	81	115	85	113	83
Octubre	53	26	49	29	49	29
Noviembre	19	26	32	17	38	21
Diciembre	16	6	17	9	18	9
Promedio mensual	767	505	729	398	685.5	467.5
Promedio total		636		563.5		576.5

