



Universidad Autónoma de Nayarit

Unidad Académica de Economía

Maestría en Desarrollo Económico Local

Vulnerabilidad del cultivo de maíz (Zea mays) en los municipios de Nayarit, 2003-2011.

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en Desarrollo Económico Local

Presenta:

Carlos Horacio Betancourt Ramírez

Directora:

Dra. Susana María Lorena Marcelaño Flores

Revisores:

Dr. Eduardo Meza Ramos

Dr. Fernando Flores Vilchez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

Tepic, Nayarit, Diciembre de 2014

ÍNDICE

Capítulo I. Introducción	1
1.1. Problema de investigación	5
1.2. Preguntas de investigación.....	5
1.3. Hipótesis	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos:.....	6
Capítulo II. Marco teórico.....	7
2.1. Riesgo, amenaza y vulnerabilidad.....	7
2.1.1. Conceptualización del riesgo.....	7
2.1.2. Definición de amenazas	8
2.1.3. Definición de vulnerabilidad	9
2.1.4. La evaluación de la vulnerabilidad según algunos estudios	11
2.2. Componentes de la vulnerabilidad	13
2.3. El maíz (Zea mays) en México: contexto actual	15
2.4. Cambio climático: factor de vulnerabilidad en la agricultura	20
2.4.1. El cambio climático y sus consecuencias en el sector	20
2.4.3. Impacto del cambio climático en la economía de maíz	23
2.5. Estudios y experiencias sobre evaluación de la vulnerabilidad.....	24
Capítulo III. Metodología	36
3.1. Tipo de investigación.....	36
3.2. Universo	36
3.3. Ubicación del objeto de estudio.....	37
3.5. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad de los municipios productores de maíz.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad.....	29
Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad	31
Tabla 3. Indicadores de vulnerabilidad para la agricultura.....	33
Tabla 4. Indicadores utilizados para el análisis de vulnerabilidad en comunidades rurales.....	34
Tabla 5. Factores de vulnerabilidad para sequía	35
Tabla 7. Indicadores a utilizar por SIAP para la caracterización del factor de exposición.....	52
Tabla 8. Indicadores a utilizar para la caracterización del factor de capacidad de adaptación	57
Tabla 9. Indicadores a utilizar para la caracterización del factor de sensibilidad.....	65
Tabla 10. Variables a utilizar por SIAP para la caracterización de la producción (Completa).....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del objeto de estudio, Nayarit en el contexto de México	37
Figura 2. Municipios del estado de Nayarit.....	37
Figura 2. Diagrama metodológico conceptual para la estimación del objeto vulnerable	38
Figura 3. Mapa de superficie sembrada 2003-2011.....	43
Figura 4. Mapa de superficie cosechada 2003-2011.....	44
Figura 5. Mapa de superficie siniestrada 2003-2011.....	45
Figura 6. Mapa de rendimientos 2003-2011.....	46
Figura 7. Mapa de producción 2003-2011.....	47
Figura 8. Promedio de producción 2003-2011.....	54
Figura 9. Superficie sembrada 2003-2011.....	55
Figura 10. Rendimientos 2003-2011.....	56
Figura 11. Índice de Desarrollo Humano 2000.....	58
Figura 12. Índice de Desarrollo Humano 2005.....	59
Figura 13. Índice de Marginación 2010.....	60
Figura 14. Índice Cobertura de crédito y seguro 2007.....	61
Figura 15. Cobertura del programa PROCAMPO 2010.....	62
Figura 16. Índice Mecanización Agrícola (tractores) 2007.....	63
Figura 17. Índice Mecanización Agrícola (Trilladoras) 2007.....	64
Figura 18. Índice del comportamiento de Pcp, 2003-2011.....	66
Figura 19. Comportamiento de la temperatura máxima, 2003-2011.....	67
Figura 20. Índice de vulnerabilidad agrícola municipal.....	69

DEDICATORIAS

A mis padres, Leonardo García Beltrán y Marcela Cecilia Ramírez Mercado, por su aliento para salir siempre adelante, por su paciencia aun en los momentos más difíciles, donde demostraron ser los mejores padres que todo hijo quiere.

A mis abuelos, Filiberto Ramírez Rivera e Irene Mercado, por sus valiosas palabras para alentarme a seguir esforzándome y dar siempre lo mejor de mí. Por su amor y paciencia. Ustedes son la base de mis valores y educación.

A mi hermano Ramsés Betancourt Ramírez, por su cariño y paciencia por las desveladas a causa de los trabajos. Por ser figura muy importante dentro de lo mejor que puede existir en el mundo "La Familia". También a nuestro amigo fiel "Kimbo" por estar ahí siempre con una sonrisa y con ansias para verme después de unos días fuera de casa y por formar parte de la familia.

A Arturo Álvarez Bravo, por su apoyo y dedicación a estar aportando de su tiempo y experiencia para apoyarme en la elaboración de mi tesis.

"Tal vez en el dinero encuentres un poco de felicidad, en las amistades encuentres alegrías, en las medicinas la cura para tu enfermedad, pero el amor solo lo encontraras en tu familia"

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la **Universidad Autónoma de Nayarit**, por haberme dado la oportunidad de ingresar a la **Maestría** en la **Unidad Académica de Economía** y así aumentar más mis conocimientos y estar mejor preparado en el ámbito profesional.

Agradezco a mi asesora la **Dra. Susana María Lorena Marcelaño Flores**, por su paciencia y apoyo en el transcurso de la maestría. Por su dedicación y sobre todo su amabilidad al asesorarme.

Agradezco también a mis lectores los doctores, **Fernando Flores Vilchez** y **Eduardo Meza Ramos**, por sus enseñanzas, sus métodos profesionales para solucionar problemas relacionados con mi tema.

Agradezco al **INIFAP** por sus aportaciones en cuanto a la información que otorgada para realizar mi investigación.

Al **CONACYT** por el apoyo económico que se me brindó durante mi estancia dentro de la **Maestría** en la **UAN**, que fue de vital importancia para la realización de mis prácticas e investigación de campo.

Vulnerabilidad del cultivo de maíz (Zea mays) en los municipios de Nayarit, 2003-2011.

Carlos Horacio Betancourt Ramírez
Maestría en Desarrollo Económico Local
Universidad Autónoma de Nayarit

Directora:

Dra. Susana María Lorena Marcelaño Flores

Revisores: Dr. Eduardo Meza Ramos, Dr. Fernando Flores Vilchez

Resumen

La agricultura es una de las actividades de producción de alimentos más importantes a nivel mundial. El sector agrícola es uno de los más afectados por los fenómenos naturales, también es uno de los sectores más sensibles, por el impacto de la población consume sus productos. En el estado de Nayarit, dada la importancia que los granos básicos tienen dentro de la canasta básica, resulta una gran problemática la disminución de la producción de los granos básicos. Es por esto que el objetivo de esta investigación, es determinar el índice de vulnerabilidad agrícola municipal del cultivo de maíz para el periodo 2003-2011, mostrando así los municipios más vulnerables o en lo contrario con menos vulnerabilidad. La metodología que se aplicó, se basó en la del IPCC, 2001, donde menciona que la vulnerabilidad está en función de tres factores a saber: sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa. Se logró evaluar el índice a escala municipal, del cual se obtuvieron un total de 11 indicadores para poder determinar el índice de vulnerabilidad, de ellos, tres para el factor de exposición, dos para sensibilidad y seis para capacidad de adaptación. Como resultado, la zona mayor productora de maíz que comprende los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río y Santa María del Oro, se encuentra en un rango con "baja" vulnerabilidad, pero no descarta que otros factores lo puedan alterar, como pueden ser datos de fertilización y manejo apropiados del cultivo, etc.

Palabras claves: vulnerabilidad, indicadores de vulnerabilidad, cambio climático, maíz.

Vulnerability of maize (*Zea mays*) in the municipalities of Nayarit, 2003-2011.

Carlos Horacio Betancourt Ramirez
Maestría en Desarrollo Económico Local
Universidad Autónoma de Nayarit

Directora:

Dra. Susana María Lorena Marcelaño Flores

Revisores:

Dr. Eduardo Meza Ramos

Dr. Fernando Flores Vilchez

Abstract

Agriculture is one of the activities of major food production worldwide. The agricultural sector is one of the most affected by natural phenomena, it is also one of the most sensitive sectors, the impact of the population consumes their products. In the state of Nayarit, given the importance of basic grains are within the basic food basket of the population, is a problematic decrease in production of basic grains. That is why the objective of this research to determine the rate of municipal agricultural vulnerability of maize for the period 2003 -2011, showing the most vulnerable municipalities or otherwise less vulnerable. The methodology was based on the IPCC 2001, where he mentions that vulnerability is a function of three factors namely: sensitivity, exposure and adaptive capacity and achievement assess the rate at municipal level. Which a total of 11 indicators were obtained to determine the vulnerability index, including three for the exposure factor, two for six for sensitivity and adaptive capacity. As a result, the area's largest producer of corn comprising the municipalities of Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlan and Santa María del Oro, is in a range with "low" vulnerability, but does not rule out other factors which may altering.

Keywords: Vulnerability, indicators vulnerability, climate change, corn.

Capítulo I. Introducción

En la actualidad existe un gran número de estudios sobre vulnerabilidad, los cuales se resumen en la tabla 1 de este documento, donde analizan las implicaciones del cambio climático sobre el sector agropecuario, la mayoría muestran la creciente amenaza que representa este cambio para el desarrollo sostenible de los países de bajos ingresos y para la seguridad alimentaria mundial. En el análisis del IPCC (2007) sobre los impactos del cambio climático, se estima una reducción general de los rendimientos potenciales de los cultivos y una disminución en la disponibilidad de agua para la agricultura y la población en muchas partes del mundo en vías de desarrollo.

México está siendo afectado por diversos fenómenos naturales, entre los que destacan por sus severos impactos y elevados costos, los de origen hidrometeorológicos. Por su ubicación geográfica, el país se encuentra vulnerable a los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Y por si esto fuera poco, los estados con mayor índice de pobreza son aquellos más expuestos a eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual aumenta su vulnerabilidad y se expone aun más riesgos (Magaña *et al.* 2004)

A nivel de sectores, el sector agrícola es uno de los más afectados por los fenómenos naturales y más sensibles, por el impacto de la población que requiere de sus productos para la subsistencia. A través de los años, ha existido una tendencia a darle importancia a los análisis de vulnerabilidad, estos están centrados en las poblaciones, infraestructura de vida, etc. y no tanto en otros sectores de la sociedad como la agricultura (Ponvert *et al.*, 2007).

La actividad agrícola trabaja bajo condiciones del cambio climático, esto provoca que necesite de escenarios precisos dada la vulnerabilidad de este

sector a cambios en el clima, incluso también su gran grado de dependencia de la precipitación, especialmente los denominados de temporal y dejar en claro que algunos son de validez alimentaria (Conde, 2009).

La vulnerabilidad del sector agrícola varía considerablemente de una región a otra, esto se debe a las diferencias en las cuales cada una de las regiones se encuentra, tanto como condiciones medioambientales locales, algunos factores de desgaste que afectan a los ecosistemas y el conjunto de estrategias en que se enmarca la toma de decisiones y en particular las políticas gubernamentales, los precios, las preferencias y los valores (IPCC, 1997).

La principal causa de cambios climáticos es la debida a las actividades del ser humano por emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aunado a otros factores naturales como la anomalía de la radiación solar, esto ha ocasionado también que la temperatura global haya aumentado un 0.6 grados Celsius en los últimos 50 años, y con tendencia a aumentar más rápidamente en un rango entre 1.8 °C y 6 °C a finales del siglo XXI (IPCC, 2007).

Las amenazas climáticas, como las inundaciones, sequías, tormentas, huracanes, han ido en aumento y se deduce que su frecuencia y magnitud se incrementarán, probablemente afecten de forma considerable a todas las regiones y a la seguridad alimentaria. Hay un riesgo serio de problemas futuros por aquellas zonas habitables y recursos naturales tales como el agua dulce (SEDEA, 2009).

El sector agropecuario es sensible a variaciones climáticas y puede ser uno de los más afectados a consecuencia del calentamiento global. El presente documento tiene como objetivo determinar un índice de vulnerabilidad del

maíz en el sector agrícola ante las variaciones en temperatura y precipitación utilizando indicadores asociados con los rendimientos del cultivo.

México en el año 2008 alcanzó una producción de 37,481,648 toneladas de granos básicos, de los cuales el maíz fue el cultivo más importante debido a que aportó el 65.1% de superficie establecida, en segundo lugar el sorgo que contribuyó con el 17.6%, en tercer lugar el trigo con el 11.2% y con una participación menos importante está el frijol con el 3%, la cebada con el 2.1%, el arroz con el 0.6% y por último la avena con el 0.4% de participación respectivamente (SAGARPA, 2009.)

El estado de Nayarit se encuentra ubicado en la región centro-occidente del país, durante el periodo de tiempo 2003-2011, se ha venido presentando variaciones en la superficie sembrada en el cultivo del maíz blanco, con un promedio de 39,270.45 has entre el periodo antes mencionado.

En el **capítulo II** se abordan los temas relacionados con la conceptualización de los factores que influyen en la vulnerabilidad, como las amenazas, los riesgos y los relacionados con los impactos del cambio climático. Se analizan las diversas formas para la evaluación de la vulnerabilidad, usando los tres factores que la componen: la capacidad adaptativa, la exposición y la sensibilidad. La importancia de la creación de índices por cada factor de vulnerabilidad es parte fundamental para el estudio de este tipo de trabajos relacionados con vulnerabilidad. La ecuación más usada para evaluar vulnerabilidad se presenta a continuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{capacidad adaptativa}) - (\text{exposición} + \text{sensibilidad})$$

Por otra parte se presenta una perspectiva del contexto del cultivo de maíz en el estado de Nayarit, sus variedades, los requerimientos agroclimáticos para su óptimo desarrollo así como también datos del portal del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2012) para la realización

cartográfica de los indicadores de superficie sembrada, cosechada, siniestrada, los rendimientos, el valor de la producción y el precio medio rural.

En el **capítulo III** se aborda la metodología de la investigación, los distintos métodos para la evaluación de la vulnerabilidad, se muestra el área de estudio, el tipo de investigación. Se realizó un modelo econométrico para observar la relación entre los indicadores de clima y los rendimientos del cultivo y se detalla el modelo de los indicadores a usar para el factor de capacidad de adaptación, sensibilidad y exposición.

La metodología se realizó en tres etapas fundamentales, la parte del diagnóstico del objeto de estudio: los municipios productores por cultivo de maíz en el estado. Un modelo conceptual para evaluación de la vulnerabilidad y la validación del modelo con los resultados obtenidos. Dentro del proceso metodológico se realizaron indicadores que posteriormente sirvieron para la creación de mapas cartográficos con el fin de crear un solo mapa cartográfico para identificar los municipios vulnerables.

En el **capítulo IV** se muestran los resultados del trabajo de investigación, se exponen los resultados de la caracterización de las variables proporcionados por el portal del SIAP del cultivo de maíz en el periodo de 2003 al 2011, se describen los mapas cartográficos para cada factor de vulnerabilidad (capacidad de adaptación, sensibilidad y exposición). Se generaron un total de 11 indicadores que fueron convertidos a mapas cartográficos distribuidos de la siguiente manera:

- 3 para el factor de exposición.
- 2 de sensibilidad.
- 6 para capacidad de adaptación.

También se estimó un modelo econométrico el cual indica que las variables usadas en el modelo influyen un 12% en el fenómeno estudiado.

1.1. Problema de investigación

El sector agrícola es sin duda parte fundamental dentro de la vida del ser humano, puesto que sus productos son de importancia alimenticia y por tanto es una de las actividades más importantes a nivel mundial en cuanto a la producción de alimentos. En este contexto, es importante considerar el efecto que el calentamiento global tendrá sobre el principal cereal de México ya que la mayoría de los cultivos se desarrollan fundamentalmente bajo condiciones de temporal (Magaña *et al*, 2004).

En el estado de Nayarit, dada la importancia que los granos básicos tienen dentro de la canasta básica alimentaria de la población, resulta una gran problemática la disminución de la producción de los granos básicos. De acuerdo con datos de INEGI, tan sólo para el año 2003, Nayarit en el sector agrícola tan sólo aportó al PIB nacional la cantidad de \$5,318.074, con un porcentaje de 1.65% (INEGI, 2012), sin duda fue un año donde se obtuvieron números muy bajos.

Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el periodo de 2003-2011, el maíz blanco en Nayarit ha tenido diferencias en la producción, por lo cual se le puede atribuir a las variaciones climáticas, para el año 2003 el maíz se cosechaba en 109,551 83 has, para el 2005 presentó un decremento en la superficie con un total de 97,785 69 has, para los demás años se ha tenido variaciones similares a éstas, muy relacionadas con los cambios repentinos del clima (SIAP, 2012).

1.2. Preguntas de investigación

1. ¿Identificar los municipios más productores de maíz blanco de temporal para el período de 2003-2011?
2. ¿Identificar los indicadores climáticos y económicos que podrían afectar a la productividad agrícola?
3. ¿Cuál es la vulnerabilidad del cultivo de maíz en el estado de Nayarit?

1.3. Hipótesis

La agricultura de temporal se ha visto fuertemente afectada por diversos fenómenos meteorológicos, incrementando así su fuerte impacto a los cultivos de temporal. Es por esto que la hipótesis planteada para este estudio es que la variabilidad climática de los últimos años e indicadores económicos mal planeados han afectado la producción del maíz blanco e influido así en un alto grado de vulnerabilidad agrícola de los municipios.

1.3.1. Objetivo general

Determinar el índice de vulnerabilidad agrícola municipal del cultivo de maíz para el periodo de 2003-2011

1.3.2. Objetivos específicos:

1. Caracterizar la producción del cultivo de maíz (*Zea Mays*) en el periodo 2003 al 2011.
2. Determinar la vulnerabilidad de la superficie sembrada en el cultivo de maíz ante indicadores climáticos y económicos
3. Generar un índice general en base a los factores de la vulnerabilidad a nivel municipal para el periodo de 2003 al 2011.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Riesgo, amenaza y vulnerabilidad

2.1.1. *Conceptualización del riesgo*

La prevención de los desastres, se encuentra íntimamente ligada a la evaluación del riesgo, entendido como el "potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, como resultado de la evolución de la amenaza y la vulnerabilidad" (Cardona, 2001). "El riesgo es el concepto fundamental en el análisis del problema y no el desastre en sí. La reducción de la incidencia de los desastres requiere un conocimiento profundo de la construcción social del riesgo" (Lavell, 2004).

El riesgo estaría definido por dos elementos básicos: la amenaza y la vulnerabilidad. La primera que constituye el factor externo de riesgo, está representada por "la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado" (Cardona, 2001); la segunda, constituye el factor interno de riesgo y corresponde a "las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de los peligros" (UNISDR, 2004).

El riesgo históricamente se ha asociado a un tipo de desastre y se define desde diversas perspectivas, aunque la mayoría de los autores lo definen desde el punto de vista del peligro asociado a un desastre en términos físicos (Jones y Boer, 2003), otros lo presentan como un evento que puede ocasionar un desastre; en algunos casos el riesgo puede ser entendido como función del peligro y de vulnerabilidad social, lo cual es compatible con la

definición de riesgo como "probabilidad multiplicada por la consecuencia" y también con aquella que lo conceptualiza en términos de "resultados".

2.1.2. Definición de amenazas

La amenaza se define como "un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales" esto según La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR, 2004). Indica además, que estas amenazas pueden caracterizarse por su magnitud o intensidad, su duración, y el área que abarcan. También menciona que las amenazas naturales pueden combinarse, como ocurre por ejemplo, con un tsunami, que surge a raíz de un terremoto.

Las amenazas climáticas, como son las inundaciones, sequías, tormentas, huracanes, han ido en aumento y se deduce que su frecuencia y magnitud se incrementarán, y que probablemente afecten de forma considerable a todas las regiones en la producción de alimentos y a la seguridad alimentaria en general.

El aumento en la temperatura puede tener efectos positivos o negativos sobre el rendimiento de los cultivos. La diferencia depende de la ubicación y magnitud de dichos cambios. Los cambios en la precipitación afectan directamente la humedad del suelo y por lo tanto, la producción de alimentos (Adams *et al.*, 1999).

Las amenazas climáticas que actualmente han ido afectando al sector agrícola son el incremento de la temperatura, la alteración del patrón de lluvias, el aumento del nivel del mar y una mayor frecuencia e intensidad de los eventos naturales extremos. Por lo cual estos impactos del cambio climático en el sector se deben al incremento de eventos meteorológicos

extremos (huracanes, tormentas tropicales, inundaciones y sequías) con graves consecuencias en el sector agrícola, en la infraestructura y en las vidas humanas (Gutiérrez y Espinosa, 2010).

Los huracanes son una de las amenazas a las cual el sector agrícola se ve gravemente vulnerable. Están asociados a los vientos y las precipitaciones, causantes de inundaciones en planicies, por el derrame de ríos y por la combinación de ambos factores (vientos y precipitaciones), los resultados de este fenómeno son de destruir cosechas e interrumpir el suministro de alimentos, pueden afectar también la calidad de la tierra y su potencial de producción (Ponvert *et al*, 2007).

2.1.3. Definición de vulnerabilidad

Para (Luers *et al*, 2003) la vulnerabilidad según (Kasperson *et al*, 2003) es el grado en que los sistemas humanos y ambientales son propensos a experimentar un riesgo a causa de variaciones extremas. Conceptualizan la vulnerabilidad como mecanismos que facilitan o podrían limitar la capacidad de respuesta de un sector en específico o adaptarse a las variaciones de respuesta. Evaluar la vulnerabilidad no solo tiene como objetivo identificar zonas de mayor riesgo, sino también entender el porqué se encuentran en riesgo (Luers *et al*, 2003)

Reducir la vulnerabilidad de los escenarios agrarios frente a desastres, es una de tantas metas, objetivos y visiones que se plantea el investigador con el fin de disminuir los factores de riesgo, desastres, tanto para escala local, regional o nacional con el propósito de dar fuerzas para adaptar a un sector en específico. Según Barros la vulnerabilidad es construida socialmente y por lo tanto, es susceptible de cambiar como resultado de las decisiones humanas (Barros, 2006). Esto se ha vuelto un tema de importancia y por

supuesto de intereses por investigadores, de la evaluación del riesgo y la prevención de desastres.

Esta información es fundamental para los tomadores de decisiones que a menudo deben dar prioridad a los recursos limitados en el diseño de la vulnerabilidad, la reducción de las intervenciones.

En su quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012) afirma que las inundaciones en Tabasco entre 2007 y 2011 o la sequía en el norte del país durante 2010 y 2011 son muestra clara de la alta vulnerabilidad de México a condiciones extremas del clima. Pero también, para el país, los peligros meteorológicos y climáticos no se reducen a sequías o inundaciones, pues las ondas de calor o las tormentas intensas han tenido también grandes costos económicos, sociales y ambientales.

Existen muchas investigaciones que hablan sobre vulnerabilidad, las formas de evaluarlas, los grados de vulnerabilidad. Así mismo existen diferentes tipos de vulnerabilidad. En este apartado se pretende dar una explicación a algunos enfoques de vulnerabilidad más abordados y cómo estos autores lo describen según sus investigaciones relacionadas con el tema.

Cuando se habla de vulnerabilidad, algunos autores relacionan esto con los desastres naturales y variabilidad climática, sólo por mencionar algunos autores: (Barros, 2006; Gbetibouo y Ringler, 2009; Huda, Sadras, Wani y Mei, 2011; Monterroso, Conde, Gay, Gómez y López, 2012; Palma *et al.*, 2009; Ponvert, Lau, & Balamaseda, 2007) los cuales en sus investigaciones utilizan métodos para evaluar la vulnerabilidad. Sin embargo la vulnerabilidad tiene varias ramas por las cuales puede ser abordada, como se menciona anteriormente.

Cuando se intenta hablar de la vulnerabilidad en lo general, se pretende crear indicadores para su evaluación. Uno de los temas de vulnerabilidad más abordada dentro de la investigación, es la nombrada "Vulnerabilidad social". En Chile se realizaron investigaciones sobre vulnerabilidad social, las cuales crearon indicadores para su evaluación. En una de las investigaciones "*Diagnóstico y Vulnerabilidad Socio-Territorial en la VI Región*" su propósito fue la realización de un diagnóstico de la Región VI, haciendo uso de una metodología, que incorpora el diagnóstico, las dinámicas, y un enfoque territorial (Rozas *et al* 2001) y como resultado crean un indicador social "Indicador de Vulnerabilidad Socio-Territorial".

En un estudio realizado sobre la "vulnerabilidad socio-económica", se menciona que gran parte de la región cancheña y del golfo de México, está siendo cada día más expuesta ante eventos extremos. Por lo tanto el riesgo se incrementa aun más por los asentamientos humanos y por consecuencia la firmeza de las infraestructuras de las mismas en las zonas costeras. Según (Ramírez, 2008), las industrias turísticas, el sector salud, la infraestructura petrolera, la disponibilidad de agua y la energía, serían factores claves que podrían ser afectados por esta vulnerabilidad, la cual de acuerdo con el autor, esto generaría ya un riesgo social y económico, e implicaría grandes pérdidas monetarias y ambientales.

2.1.4. La evaluación de la vulnerabilidad según algunos estudios

La base de los estudios de vulnerabilidad es cuantificar primeramente los impactos del cambio climático en el sector agrícola, existiendo dos grandes enfoques: el espacial y el estructural (Molua y Lambi, 2007). El enfoque espacial asocia la producción a cambios espaciales en las variables climáticas y a partir de ello generaliza los impactos climáticos a través de las variables de los sistemas agrícolas que impliquen un costo climático. El enfoque estructural mezcla las respuestas económicas de producción

agrícola con las físicas. Sin duda, el uso de ambos enfoques es más robusto ya que permite estudios más integrales.

El enfoque espacial es el más usado en estudios de vulnerabilidad teniendo tres grandes modelos que se apoyan en técnicas estadísticas para identificar los diferentes patrones espaciales: los modelos ricardianos, los modelos de equilibrio general computable y los modelos de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El uso de umbrales limitantes para los cultivos es pieza clave para la evaluación de la vulnerabilidad y su relación con la distribución espacial. La idea fundamental de este tipo de vulnerabilidad es la caracterización ambiental de la distribución de las especies a partir de la integración de datos de presencia y mapas de variables ambientales (Martínez, 2009).

Existe información sobre técnicas, métodos para evaluar la vulnerabilidad, todos se enfocan en la manera que el IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático) en su segundo informe, menciona cómo poder medir la vulnerabilidad. La cual se dice que el riesgo está en función de una amenaza externa que pueden ser huracanes, sequías, heladas, temperaturas extremas, granizadas, inundaciones, etc., todo con enfoque climático. Y la otra parte es la vulnerabilidad interna, en concreto el IPCC señala que la vulnerabilidad es una función de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2001).

2.2. Componentes de la vulnerabilidad

2.2.1. Exposición

En este término de vulnerabilidad y para entenderlo mejor, se explica la relación que pueden tener localidades tan expuestas a una amenaza. Es decir, la concentración en espacios expuestos a amenazas o fenómenos naturales, donde los habitantes tienen distintas capacidades para enfrentarlos y en relación con esa capacidad resultan diferenciadamente difícil por tanto son perjudicados (Almejo, 2011) como un ejemplo lo es la pérdida económica que en su mayoría los productores agrícolas sufren de esa estabilidad económica

La exposición siempre estará presente en el sector, pero sin embargo se busca la manera de minimizar al máximo, considerar que es la sociedad más que la naturaleza la que determina la mayor o menor exposición a los peligros que este fenómeno conlleva (García, 2008) Pero con esta situación de peligro, las condiciones de carencia de medios de defensa, son más aún que la intensidad del fenómeno, las que determinan un bajo grado de protección de la población y sus bienes y por ende, una exposición

2.2.2. Sensibilidad

Según el IPCC el término de sensibilidad para sus investigaciones la refieren al grado por el que está siendo afectado un sistema, en sentido perjudicial o en sentido beneficioso, por razón de estímulos relacionados con el clima, incluido el promedio de características del clima, la variabilidad del clima y la frecuencia y magnitud de casos extremos (IPCC, 2001).

Basado en información del IPCC, la afectación puede ser directo (cambio del rendimiento de cosechas en respuesta a un cambio del valor medio de la amplitud o de la variabilidad de la temperatura) o indirecto (daños causados

por un aumento de la frecuencia de inundaciones en la costa por razón de un aumento del nivel del mar).

2.2.3. Capacidad adaptativa

Para el IPCC la capacidad de adaptación, la relaciona con la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias (IPCC, 2001). Los países en desarrollo, particularmente los menos adelantados, tienen menor capacidad para adaptarse que los países desarrollados.

Son las acciones encaminadas a evitar o disminuir el impacto económico, social y ambiental de las amenazas, con ayuda de diseño de instrumentos de transferencia del riesgo o financiamiento, construcción de infraestructura de protección, planificación y control del uso del suelo, reubicación de asentamientos, capacitación de las instituciones (Almejo, 2011) de la población sobre el contenido del riesgo, causas consecuencias y modos de enfrentarlos.

2.3. El maíz (*Zea mays*) en México: contexto actual

El maíz (*Zea mays* ssp. *mays* L.) es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas. El maíz es el cereal más cultivado en el mundo y dentro de sus funciones está la de transformarse en harinas, hojuelas, pastas, etc. Además es la base para obtener productos de almidón, aceites y proteínas, bebidas alcohólicas, frituras, cereales de mesa, edulcorantes alimenticios o fructosa y combustible (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

La producción de granos básicos en el país (maíz, cebada, frijol, trigo, arroz, avena) ha tendido a disminuir su participación porcentual dentro del PIB en los últimos años (INEGI, 2012). En el caso más específico de maíz, basado en información de un estudio de la producción de granos básicos para el país en el periodo 1980-1999, el maíz representa más del 50% de la superficie agrícola sembrada, entre 1980 y 1989 la producción en promedio apenas creció 0.1% y la superficie disminuyó en 0.1%, la superficie promedio anual fue de 8.2 millones de hectáreas, la producción en 12.1 millones de toneladas, obteniendo un rendimiento promedio anual de 1.4 toneladas por hectárea. Para el periodo 1990-1999 la tendencia de la superficie aumentó en promedio en 300 mil hectáreas y la producción en más de 5 millones de toneladas; en cuanto al rendimiento promedio anual existió un crecimiento de 38.9%, es decir se llegó a obtener 2.05 toneladas por hectárea (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas [CEFP], 2001). Sin embargo, el sector agrícola continúa teniendo importantes estrategias, no sólo para el mismo, sino también para la economía de los estados.

Muchas veces los programas federales de apoyo a la producción de maíz, no son lo suficientemente eficientes por una o por dos razones, en una investigación realizada, para una tesis, se menciona que estos programas de apoyo, han perdido su sentido social y por lo tanto se ha favorecido más a la concentración monopólica o cuasi monopólica en empresas como Gruma, Cargill y Minsa (Vásquez, 2010). Por lo tanto, ante esa situación muchos

productores se ven perjudicados y por lo tanto presentan, pérdidas económicas y esto repercute en sus familias

En México, la mayoría de los productores de maíz (75-80%) destinan su cosecha principalmente al autoconsumo (microproductores), comercializando sus excedentes en los mercados. Este tipo de agricultores son los que se encargan de sembrar y conservar nuestras razas de maíz, manteniendo hasta siete variedades diferentes en una sola parcela (Ortega *et al.*, 2007).

2.3.1. Variedades de maíz y sus razas mexicanas.

Las razas de maíz nativo en México se han producido en forma dinámica y cambian continuamente como resultado de la selección humana y natural. No se trata de entidades estáticas o separadas, sino que el término "maíz criollo" corresponde a las diferentes variedades regionales del grano en México (Turrent y Serratos, 2004).

2.3.2. Maíz en Nayarit

En Nayarit, la superficie de maíz sembrada bajo condiciones de temporal en el ciclo Primavera-Verano se estima en 55 mil hectáreas con un rendimiento medio de 2,900 kilogramos por hectárea. Dicha área maicera se localiza principalmente en la región Centro-Sur del estado, en la zona de los valles

De acuerdo con datos del (INEGI, 2003) Nayarit, en el sector agrícola tan sólo aporta en el PIB la cantidad de \$5,318.074 con un porcentaje de 1.65% para el sector agrícola en el estado (INEGI, 2012).

Por datos de SIAP del año 2010 la región centro occidente del país aportó tan sólo el 24.7% de la superficie establecida de maíz, la cual es la más

significativa a nivel nacional. Nayarit se encuentra dentro de esta región y su aporte porcentual es muy bajo comparado a los demás estados que conforman esta región. Nayarit aporta tan solo el 2.8% a nivel regional, y el 0.7% a nivel nacional (SIAP, 2012).

Los suelos de humedad residual se localizan en la región Norte, en los municipios de Santiago Ixcuintla, Tuxpan, Ruiz, Rosamorada, Tecuala y Acaponeta. Las áreas de maíz de humedad residual con riego, ó nego solo, en Otoño-Invierno se ubican principalmente en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas. Una tercera modalidad en la región costera son las siembras del ciclo intermedio de Primavera, después del ciclo de Otoño-Invierno, en el cual se cuenta con buen potencial para el cultivo del maíz de riego en una superficie aproximada de 5 mil hectáreas en los municipios de San Blas, Santiago Ixcuintla y Tuxpan, cuya producción se diversifica para consumo en fresco (elote), forraje y en ocasiones producción de grano (FUPRONAY, 2001)

2.3.3. Requerimientos agroclimáticos y edáficos del cultivo de maíz.

2.3.3.1. Clima

En la monografía del maíz del gobierno veracruzano se menciona que el maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C y demanda bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

Sin embargo, bajo otro criterio Ruiz *et al* (1999) cita a Purseglove (1985) mencionando que la temperatura óptima para la germinación está entre 18 y

21° C; por debajo de 13° C se reduce significativamente y de 10° C hacia abajo no se presenta germinación.

2.3.3.2. Precipitación

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenido de 40 a 65 cm. Sin embargo también se menciona que requiere de 5 mm de agua al día (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

De la misma manera que la temperatura (Ruiz *et al.*, 1999) cita a Doorenbos y Kassam, (1979), mencionan que de la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mms, dependiendo de la variedad y del clima. Cuando las condiciones de evaporación corresponden a 5-6 mm/día, el agotamiento del agua del suelo hasta un 55% del agua disponible, tiene un efecto pequeño sobre el rendimiento.

2.3.3.3. Suelo

En cuanto al suelo según el gobierno veracruzano, el maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfisia radicular (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

Benacchio (1982) menciona que el tipo de suelo para el desarrollo del maíz es, franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos. Por otro lado también cita a FAO (1994), donde dice que para su desarrollo debe estar en suelos de textura ligera a media.

2.3.3.4. Altitud

Para el caso de altitud (Ruiz *et al.*, 1999) cita a González (1984) Purselglove (1985), los cuales mencionan que los requerimientos óptimos de altitud para su desarrollo correcto se establecen el rango de 0-3300 msnm. Por otro lado

también citan a Benacchio (1982), donde mencionan que según los rangos óptimos se centran en 0-1600 msnm.

2.3.4. El maíz y su aportación en la economía

México en el año 2008 alcanzó una producción de 37,481,648 toneladas de granos básicos, de los cuales el maíz fue el cultivo más importante debido a que aportó el 65.1% de superficie establecida, en segundo lugar el sorgo ya que contribuyó con el 17.6%, en tercer lugar el trigo con el 11.2% y con una participación menos importante están el frijol con el 3%, la cebada con el 2.1%, el arroz con el 0.6% y por último la avena con el 0.4% de participación, respectivamente (SAGARPA, 2009).

Para el año 1986 el sector alimentario mexicano participaba con 11.37% del PIB, en 1994 la cifra era de 10.26% y en 2006 de sólo 9.71%. Esta pérdida de importancia del sector alimentario en la economía ha llevado en México, al igual que en otros países, a desvalorizar su contribución al bienestar de la población y a suprimir el valor estratégico que anteriormente se le concedía al asociar la seguridad nacional con la "seguridad alimentaria" y al postular la "autonomía alimentaria" como objetivo clave de política pública (González y Macías, 2007).

2.4. Cambio climático: factor de vulnerabilidad en la agricultura

2.4.1. El cambio climático y sus consecuencias en el sector

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al cambio climático como un "cambio en el estado del clima que se puede identificar a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante un periodo prolongado, generalmente decenios o periodos más largos (IPCC, 2007).

El cambio climático produce fenómenos climáticos extremos, asimismo genera cambios importantes en la temperatura y en la precipitación. Durante el crecimiento de los cultivos la temperatura y la humedad del suelo tienen un papel determinante, cuando los suelos están húmedos, la temperatura es usualmente el factor ambiental determinante en la velocidad de germinación. Por otro lado, la temperatura afecta muchos aspectos del crecimiento, incluyendo el desarrollo de los sistemas reticulares, la velocidad a la que absorben agua y nutrientes, la expansión de las hojas, la floración y el rendimiento (Wild, 1992).

La principal causa de cambios climáticos es la debida a las actividades del ser humano por emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aunado a otros factores naturales como la anomalía de la radiación solar, esto ha ocasionado también que la temperatura global haya aumentado un 0.6 grados Celsius en los últimos 50 años, y con tendencia a aumentar más rápidamente en un rango entre 1.8°C y 6°C a finales del siglo XXI (IPCC, 2007).

El país se ve afectado por diversos fenómenos naturales, entre los que destacan por sus severos impactos y elevados costos los de origen hidrometeorológicos. Por la situación geográfica en que el país se encuentra

hace posibles que sea más vulnerable a los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Y por si esto fuera poco, los estados con mayor índice de pobreza son aquéllos más expuestos a eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual aumenta su vulnerabilidad y expone aun a más riesgos (Magaña *et al.*, 2004).

La agricultura es una de las actividades de producción de alimentos más importantes a nivel mundial. Sin embargo la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación menciona que el sector agrícola es uno de los más extremadamente vulnerables a los cambios drásticos del clima. En este contexto es importante considerar el efecto que el calentamiento global tendrá sobre el principal cereal del país ya que la mayoría de los cultivos se desarrollan fundamentalmente bajo condiciones de temporal (SAGARPA, 2009).

En un estudio *"Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en dos Zonas Agroclimáticas del Sector Silvoagropecuario"* de Chile, los autores definen al Cambio Climático (CC) como una modificación de las condiciones promedio, o su variabilidad, del clima de una zona por causas atribuibles, directa o indirectamente, a la actividad humana que altera la atmósfera del planeta y que es adicional a la variabilidad natural del clima (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, 2009).

Existe consenso en que la agricultura en México es vulnerable a las variaciones climáticas extremas, como son las sequías, las inundaciones y las heladas, debido a que se desarrolla fundamentalmente bajo condiciones de temporal (Conde, Ferrer y Liverman, 1993) esto lo mencionan en su investigación pues es bien sabido que la agricultura es una de las vulnerables a los cambios climáticos.

2.4.2. Cambio climático: impactos de las variaciones climáticas

El cambio climático ha provocado cada vez más fenómenos difíciles de predecir por el hombre. Las variaciones climáticas, las temperaturas extremas cada día han aumentado de intensidad, afectando gravemente a todos los sectores del país. Sin embargo, con la información obtenida se puede decir que para reducir el riesgo de desastre se tiene que tratar por separado la amenaza y la vulnerabilidad. Dado que la vulnerabilidad es construida socialmente y que, por lo tanto, es susceptible de cambiar como resultado de las decisiones humanas. En este contexto, toda la información recolectada sobre las formas de evaluar la vulnerabilidad se enfocaron para el estado de Nayarit.

Cuando se habla de vulnerabilidad, algunos autores relacionan esto con los desastres naturales y variabilidad climática, sólo por mencionar algunos autores: (Barros, 2006; Gbetibouo & Ringler, 2009; Huda, Sadras, Wani, & Mei, 2011; Monterroso *et al.*, 2012; Palma, Conde, Morales, & Colorado, 2009; Ponvert, Lau, & Balamaseda, 2007). Sin embargo la concentración en espacios expuestos a amenazas o fenómenos naturales, donde los habitantes tienen distintas capacidades para enfrentarlos (Almejo, 2011) pero la exposición siempre estará presente, sin embargo, también se busca la manera de minimizar al máximo, considerar que es la sociedad más que la naturaleza la que determina la mayor o menor exposición a los peligros que este fenómeno conlleva (García, 2008).

Según la SEMARNAT, algunos de los principales factores que tienden a acentuar la vulnerabilidad de la agricultura de temporal actual en México son:

- La variabilidad de la precipitación y de la producción agrícola
- El incremento en los costos de producción y de la canasta básica
- La incertidumbre en la comercialización de productos agrícolas
- La disminución de inversiones en el sector agrícola
- El incremento de las contingencias climatológicas: sequías, heladas, inundaciones, etcétera

- ✦ La limitada transferencia de tecnología
- ✦ El limitado acceso a semilla mejoradas o adaptadas condiciones locales de variabilidad climática
- ✦ La limitada infraestructura para el almacenamiento de la producción agrícola.

2.4.3. Impacto del cambio climático en la economía de maíz

De acuerdo con Ponvert *et al* 2007, una de las ramas de la economía que con mayor severidad es impactada por los desastres, es la agricultura. Los elementos de la agricultura son vulnerables a la acción de los fenómenos naturales: los vientos, las lluvias, las temperaturas extremas, las inundaciones, entre otros y lo más importante es que por medio de este sector se suministran muchos de los alimentos que la población mundial consume, por lo tanto lo hace un sector extremadamente sensible y que desafortunadamente, no recibe en muchos casos la atención que debiera en cuanto a las tareas de reducción del riesgo de dichos desastres.

Los cambios en la precipitación afectan directamente la humedad del suelo y por lo tanto, la producción de alimentos (Adams, Hurd y Rearity, 1999) Los impactos del cambio climático hace que la economía sea cada vez más compleja y, por lo tanto, eso provoca que se incrementa el valor de la infraestructura y de los bienes producidos susceptibles, sin embargo, de ser afectados por dichos eventos (Almejó, 2011) esto provocaría que se multiplicaran las interdependencias económicas que elevan los daños indirectos derivados.

En el marco del Convenio entre el Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (DFID) y la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su reporte técnico 2011, se menciona que el cambio climático es la mayor falla del mercado jamás vista por no internalizar el valor del clima como bien público global y

por no registrar adecuadamente los impactos sociales y los servicios ambientales. Además de una valorización económica de estas externalidades (CEPAL, 2011), por tanto se requiere tomar medidas y decisiones respecto al valor que se le da a las necesidades de futuras generaciones y a los ecosistemas que prestan múltiples servicios ambientales.

2.5 Estudios y experiencias sobre evaluación de la vulnerabilidad

El presente apartado trata de los resultados sobre la revisión de evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de la agricultura ante el cambio climático. Es de vital importancia conocer que las variaciones climáticas han afectado gravemente a todos los sectores de forma diferente y con un nivel de intensidad también diferente.

Existen muchos trabajos que tratan sobre el cambio climático y los efectos que este pueda ocasionar. Sin embargo se ha estudiado y se ha comprobado también que los desastres se incrementan en frecuencia y se han intensificado. La vulnerabilidad al cambio climático es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación esto según el (IPCC, 2001), lo que tiene mucho que ver en el conjunto de condiciones de inseguridad a que se encuentran expuestas las comunidades, la insuficiente capacidad para responder y recuperarse (Ponvert *et al.*, 2007).

El uso de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad ha sido de gran ayuda dentro de las metodologías para su concepción. Otro método para evaluar la vulnerabilidad es a base de indicadores (Monterroso *et al.*, 2012) propusieron y aplicaron 60 indicadores para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en el sector agrícola de México y a nivel municipal; se integran 16 indicadores de exposición, 23 para sensibilidad y 21 de

capacidad adaptativa. Se crearon mapas y perfiles de vulnerabilidad en función de la combinación de índices de exposición, de sensibilidad y de capacidad adaptativa, los cuales fueron clasificados de tal manera que expresaran con mayor claridad los grados de vulnerabilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja (Monterroso *et al.*, 2012).

Los eventos extremos de precipitación, las olas de calor y temperaturas extremas, han causado pérdidas de vidas humanas sin precedentes alrededor del mundo (Epstein y McCarthy, 2004), en otro término, el IPCC señala que la vulnerabilidad es una función de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2001). Existen muchas maneras para evaluar la vulnerabilidad, por ejemplo un método para evaluar la vulnerabilidad es a base de indicadores (Conde *et al.*, 2012), sin embargo también se utiliza los umbrales; es decir aquellas zonas de confort, las cuales para el caso del sector agrícola, en específico a los cultivos es pieza clave para la evaluación de la vulnerabilidad y su relación con la distribución espacial (Martínez, 2009). Los métodos de evaluación representan una forma concreta de apoyo a la toma de decisiones y al desarrollo de políticas y, por lo tanto, constituyen una herramienta fundamental para la prevención de desastres (Barros, 2006).

Conde y otros en el 2009, realizaron un trabajo de investigación en el cual evaluaron la vulnerabilidad del sector agrícola veracruzano a partir de las proyecciones de cambio de aptitud del maíz y la naranja bajo condiciones de cambio climático. En dicho análisis utilizaron escenarios futuros de temperatura y precipitación generados para 2020, A2, B2 y 2050, A2, B2. Obteniendo como resultado en el caso del maíz, que habría un incremento de zonas no aptas debido al aumento de precipitación proyectado por los modelos de circulación general (Palma *et al.*, 2009)

El uso de indicadores ha sido de gran ayuda para la realización de trabajos relacionados con vulnerabilidad, en una investigación realizada a nivel

municipal para el país, propusieron y aplicaron 60 indicadores para evaluar la vulnerabilidad, se integran 16 indicadores de exposición, 23 para sensibilidad y 21 de capacidad adaptativa. El resultado de esta investigación se presentó en mapas y perfiles de vulnerabilidad en función de la combinación de índices de exposición, de sensibilidad y de capacidad adaptativa, los cuales fueron clasificados de tal manera que expresan con mayor claridad los grados de vulnerabilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja (Monterroso *et al.*, 2012).

Otros miden los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario, en el cual estos se agrupan en dos tipos de corrientes: estructurales y espaciales (McCarl y otros, 2001; Molua y Lambi, 2007; Schimmelpfennig y otros, 1996). El método estructural combina las respuestas económicas de los agricultores con las respuestas físicas de los cultivos, mientras que el espacial aprovecha las diferencias observadas en la producción agrícola y el clima entre regiones.

Según (Mora *et al.*, 2010) en un estudio que realizaron sobre el análisis del impacto del cambio climático al sector agrícola para Guatemala, plantean que hacer la simulación en producción agrícola fue determinar la vulnerabilidad de estos cultivos al clima e identificar medidas que permitan cuantificar los impactos en la cantidad y calidad de producción.

Dentro del marco del Programa Veracruzano ante el Cambio Climático hablan de vulnerabilidad y lo remiten a escenarios climáticos, los cuales se realizaron por parte de este mismo programa. Para el Golfo de México, el escenario de cambio climático global más probable es aquél que se prevé que a lo largo de este siglo, los eventos extremos del clima, las cuales mencionan son, sequías, lluvias abundantes, huracanes más intensos (Ochoa *et al.*, 2008), estos eventos forman parte de su vulnerabilidad.

Dentro de la recopilación de literaturas se encontró con análisis de vulnerabilidad en el sector forestal (Mendoza, 2010) se centró en la

vulnerabilidad en el sector forestal, para el análisis se abordó el problema de la falta de adaptabilidad de especies forestales ante el cambio climático, para ello, partió de la conceptualización de vulnerabilidad, como cambios inesperados que pueden ocurrir en las especies (*Pinus patula*, *Abies religiosa* y *Quercus rugosa*) a partir de escenarios de clima, dada las condiciones en que las especies son afectadas, como precipitación, temperaturas anuales.

El uso de índices para la evaluación de vulnerabilidad ha sido una metodología muy posicionada. La importancia de la creación de indicadores es para darle mayor rango a la toma de decisiones. En Chile evaluaron la vulnerabilidad en función de indicadores. Crearon los siguientes índices: índice de fragmentación de tenencia de la tierra (Ft), Índice del balance riego/secano (Irs) Índice de ruralidad (Iru), Índice de intensidad de la agricultura (It); todos esos indicadores usados en conjunto realizan un proceso para generar el Índice de vulnerabilidad agrícola (Va) (Universidad de Chile, 2011).

El uso de modelos para determinar riesgos ante amenazas naturales y que repercutan en los rendimientos de cultivos, ha sido de gran ayuda, además facilita la toma de decisiones. Para esto (Conde *et al.*, 1993) usan el modelo de simulación CERES-Maize, el cual les permite simular el crecimiento, el desarrollo y la producción del maíz. Pero el sistema simulador tiene que ser alimentado por datos. Los datos que requiere el sistema son: desarrollo fenológico, extensión de crecimiento, hojas, tallos y raíces, acumulación de biomasa, recurso hídrico. Sin embargo resulta complicado optar por este modelo, dado que en ocasiones no se cuentan con los datos para la realización.

A continuación se presenta un cuadro de las metodologías más significativas en cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad, para después analizarlas específicamente e identificar las ventajas, desventajas y aplicabilidad potencial de los distintos métodos de evaluación. La tabla 1 muestra el resumen de algunas metodologías significativas para evaluar la vulnerabilidad.

Tabla 1. Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad.

Autor(es)	Nombre del artículo	Resumen
(Palma <i>et al.</i> , 2009)	Análisis de la vulnerabilidad agrícola en el estado de Veracruz.	Analizaron la vulnerabilidad del sector agrícola a partir de proyecciones de cambio de aptitud del maíz bajo condiciones de cambio climático, utilizando los escenarios futuros de temperatura y precipitación generados para 2020 A2, B2 y 2050 A2, B2.
(Monterroso <i>et al.</i> , 2012)	Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México.	Propusieron y aplicaron 60 indicadores (exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa) para evaluar la vulnerabilidad en el sector agrícola. Crearon mapas y perfiles de vulnerabilidad base en función de la combinación, los cuales son clasificados de tal manera que expresan con mayor claridad los grados de vulnerabilidad: <u>muy alta</u> , <u>alta</u> , <u>media</u> , <u>baja</u> y <u>muy baja</u> .
(Wilhelms y Wilhite, 2002)	Assessing vulnerability to agricultural drought: a Nebraska case study.	Para este método toman en consideración cuatro factores: clima, suelo, uso de suelo y el riego. Con la finalidad de crear indicadores para posteriormente interpretarlos en imágenes territoriales de grados de vulnerabilidad.
(Universidad de Chile, 2011)	Metodología para el Desarrollo Cartográfico para la Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo Agroclimático en Chile.	Creación de una serie de índices para cada factor en específico, los cuales al último por medio de una fórmula matemática hacen la suma de todos ellos dando como resultado un índice general de vulnerabilidad. Índice de fragmentación de tenencia de la tierra (ft). Índice del balance hídrico/secano (is). Índice de ruralidad (ru). Índice de intensidad de la agricultura (it). Índice de vulnerabilidad agrícola (va)

(Gaspari <i>et al.</i> , 2011)	Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante SIG.	El modelo cartográfico se conformó por mapas cuyo procesamiento representó cada uno de los factores condicionantes y activadores, basándose en la asignación de códigos numéricos enteros a las categorías de cada una de las capas temáticas, las cuales se conjugaron a fin de obtener un único valor.
(Gbetibouo y Ringler, 2009)	Mapping South African Farming Sector Vulnerability to Climate Change and Variability a Subnational Assessment.	Usan la fórmula del IPCC para evaluar la vulnerabilidad del sector agrícola en base a indicadores: $V = I (I - AC)$ (-) (+) Vulnerabilidad = I (impacto), AC (capacidad adaptativa)

Los métodos para evaluar la vulnerabilidad que se revisaron, tienen relación con amenazas relacionadas con la variabilidad y el cambio climático, las cuáles afectan gravemente al ecosistema. También se identificaron diferencias entre los métodos: el uso de indicadores, sistemas de información geográfica o modelos.

Las tablas siguientes describen métodos que evalúan la vulnerabilidad en base a indicadores por componente de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa).

Indicadores utilizados por Deressa *et al* (2008), para la cuantificación de los tres componentes de la vulnerabilidad, sus unidades de medida y las hipótesis que relacionan al indicador con la vulnerabilidad.

Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad

Componente vulnerabilidad	Indicadores de vulnerabilidad	Descripción de indicadores seleccionados	Unidad de medida	Hipótesis de relación entre indicador y vulnerabilidad
Capacidad de adaptación	Riqueza	Propiedad de ganado Propiedad de radio Calidad de vivienda Ingresos no agrícolas Donaciones y remesas	% de acceso a indicadores	Población con propiedades e ingresos no agrícolas menor vulnerable
	Tecnología	Suministros de : Insecticida y pesticida Fertilizantes Semillas mejoradas	% población de un radio de 1 a 4 km desde la fuente de suministro y/o institución	La población más cerca a fuentes de suministro e instituciones es menos vulnerable
	Infraestructura e instituciones	Carreteras Servicios de salud Servicios telefónicos Escuelas Servicios veterinarios Mercados Microfinanzas		
	Potencial de irrigación	Potencial de irrigación	% de potencial tierra irrigable tierra irrigable/área	A mayor potencial de irrigación menor

	Tasa alfabetismo	Alfabetización en mayores a 10 años	total % de población total	vulnerabilidad A mayor tasa de alfabetización , menor vulnerabilidad
Sensibilidad	Clima extremo	Frecuencia de sequías e inundaciones	Número de ocurrencia de eventos	Alta frecuencia de eventos, implica mayor vulnerabilidad
Exposición	Cambios en el clima	Cambios en temperatura Cambios en precipitación	Cambio en grados de valores base	Incremento en la temperatura y disminución de precipitación incrementa vulnerabilidad

Fuente: Tomado de Deressa et al.,

Heltberg y Bonch-Osmolovskiy (2010) estimaron la vulnerabilidad de la agricultura utilizando los indicadores siguientes:

Tabla 3. Indicadores de vulnerabilidad para la agricultura

Componente vulnerabilidad	Indicadores	Descripción de variables	Unidad de medida
Exposición	Temperatura	Temperatura mensual 1950-90	Desviación estándar
		Rango entre máximo y mínimo mensual	
	Precipitación	Frecuencia de meses extremadamente fríos o cálidos (>30°C ó <-10°C)	Frecuencia
		Meses extremadamente secos en primavera (menos 5mm de precipitación/mes) y verano (0 mm de precipitación/mes)	Frecuencia
		Precipitación mensual total	Desviación estándar
Desastres	Desastres climáticos entre 1998-2009	Frecuencia	
Sensibilidad	Agricultura	Área irrigada	Área per capita
		Grado de diversificación de uso tierra Ingresos mayormente agrícolas	Índice Herfindahl % de hogares con
	Datos demográficos	Población entre 5 a 65 años	% población
	Salud	Promedio entre tasa de mortalidad y % de hogares que dependen de una fuente de agua no protegida	Promedio
	Pobreza	Hogares con inseguridad alimentaria	% hogares
	Desastres relativos al cambio climático	Tasa de mortalidad por desastres climáticos y estimación per capita del costo económico de estos desastres	
Capacidad de adaptación	Consumo	Consumo doméstico per cápita	Cambio en grados de valores base
	Educación	Población con educación > secundaria	% población
	Diversificación de ingresos	Diversificación de ingresos	Índice Herfindahl
	Desarrollo institucional	Promedio de confianza (% de hogares que confían en otras personas), ausencia de corrupción (% de hogares que nunca o raramente han pagado sobornos) y participación política (% de hogares que participan en elecciones presidenciales)	

Fuente: Tomado de Heltberg y Bonch-Osmolovskiy, 2010

En un trabajo de Madu (2010) reportan los indicadores siguientes para estimar la vulnerabilidad de las comunidades rurales al cambio climático en Nigeria, África.

Tabla 4. Indicadores utilizados para el análisis de vulnerabilidad en comunidades rurales

Componente vulnerabilidad	Variable	Indicador
Capacidad adaptativa	Riqueza Precipitación Desastres	Poseción de ganado
		Poseción de radio
		Poseción de cama
		Calidad de casa
		Uso estufa
		Empleo no agrícola
		Acceso a grandes tierras agrícolas
	Tecnología	Ingresos del hogar
		Suministro de insecticidas e pesticidas
		Suministro de fertilizantes
	Infraestructura	Suministro de semillas mejoradas
		Servicios de salud
		Servicios telefónicos
		Acceso al mercado de alimentos
		Poseción de refrigeración
		Acceso al transporte público
	Educación	Acceso a fuentes de agua mejoradas
		Difusión de energía
	Características hogar	Tasa alfabetización
		Inscripción en escuela primaria y secundaria
	Tamaño hogar	
Sensibilidad	Cambio climático	Variación temperatura
		Variación precipitación
Exposición	Clima extremo	Sequías
		Inundaciones

Fuente: Tomado de Madu, 2010

En algunas ocasiones es preciso evaluar la vulnerabilidad asociada a un evento extremo en particular. Pandey *et al.* (2010) evaluaron la vulnerabilidad de la agricultura debida a la sequía y al efecto del cambio climático.

En el estudio se presenta a la sequía como un fenómeno climático extremo cuyo impacto trasciende no solo en la agricultura sino también en el agua y las actividades económicas y sociales y cuyo efecto depende de varios factores fisiográficos, ambientales y sociales.

La sequía según estos autores depende de características topográficas, suelo, uso de la tierra, uso del agua, capacidad de riego.

Tabla 5. Factores de vulnerabilidad para sequía

Factores	Descriptor	Peso
Geografía de la cuenca	Cuenca Alta	5
	Cuenca Media	3
	Cuenca Baja	1
Uso de la tierra	Cuerpo de agua	0
	Desértico	1
	Forestal	2
Tipo de suelo	Agrícola	4
	Arcillosa	1
	Franco arcillosa	2
	Arena arcillosa	3
	Franco arenosa	4
Disponibilidad de acuíferos	Grasa salinosa	5
	Excedencia	0
	Déficit moderado	1
Disponibilidad de agua superficial	Déficit alto	3
	Excedencia	0
	Déficit moderado	1
	Déficit crítico	5
Demanda hídrica	Muy alto	5
	Alta	4
	Baja	1
Disminución de la precipitación	<-10%	0
	-10% a -15%	1
	-15% a -20%	2
	-25% a -30%	3
	<-35% a -50%	4
	<-50%	5

Fuente: Tomado de Pandey, 2010

Capítulo III. Metodología

Dentro de la gran diversidad de métodos para la evaluación de la vulnerabilidad, fue posible identificar dos tipologías principales. Por un lado, se encontraron las metodologías dirigidas a evaluar la vulnerabilidad frente a una amenaza específica asociada a ellos (inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, entre otras). Por otro lado, también aquellas en que las distintas amenazas son analizadas en conjunto, como un todo, en otras palabras, este último grupo considera a la variabilidad y el cambio climático en sí mismos como la amenaza. Se realizó una búsqueda intensa de artículos científicos, y aquéllos identificados como los más apropiados de acuerdo a los propósitos de este estudio fueron luego analizados y discutidos. Las metodologías para la evaluación constituyen herramientas flexibles, que pueden y deben ser adaptadas de acuerdo a los requerimientos y posibilidades de cada estudio en particular.

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva centrada en las principales revistas científicas y de ciencias aplicadas relacionadas al tema de vulnerabilidad. Esto con el fin de identificar y posteriormente analizar y sintetizar, las diferentes metodologías publicadas para la evaluación de la vulnerabilidad ante los desastres relacionados con el cambio climático.

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue descriptiva, longitudinal y se realizó un modelo econométrico de panel de datos para un período de tiempo de estudio de 2003 al 2011, los cuales son los datos de trabajo.

3.2. Universo

El universo de estudio fueron los 20 municipios del estado de Nayarit.

3.3. Ubicación del objeto de estudio:

El estado de Nayarit, se encuentra entre las coordenadas 23° 5' - 20° 36' N 103° 43' - 105° 46' O. El trabajo se realizó a una escala municipal.



Figura 1. Localización del objeto de estudio, Nayarit en el contexto de México

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 2. Municipios del estado de Nayarit

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEGI

3.4. Modelo conceptual para la estimación del objeto vulnerable

Para esta investigación se partió de analizar aquellas amenazas a las que está expuesto el objeto vulnerable: *municipios productores de maíz de temporal en Nayarit*. Para eso se realizó el modelo siguiente, creado a partir de la relación de fenómenos climáticos con el objeto vulnerable.

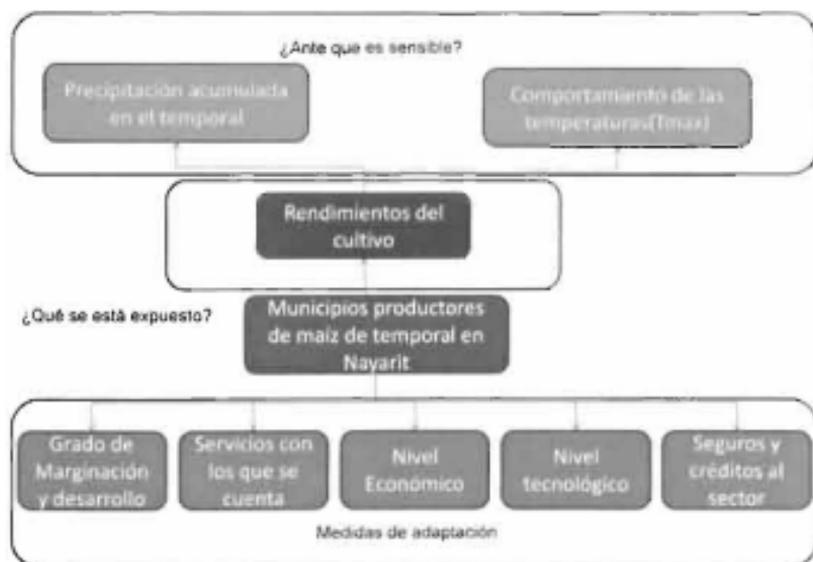


Figura 3. Diagrama metodológico conceptual para la estimación del objeto vulnerable

Fuente: Elaboración propia

3.5. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad de los municipios productores de maíz

La metodología para evaluar la vulnerabilidad se realizó en tres etapas. Primeramente se partió de la etapa de diagnóstico la cual consiste en lo siguiente:

Etapa 1.- Diagnóstico del objeto vulnerable

- ➔ Se definió el objeto de estudio. *Maíz de temporal (Rendimiento)*
- ➔ Se determinaron los fenómenos climáticos que han causado o que se espera tengan un impacto negativo: *Variabilidad climática, cambio climático*
- ➔ Se creó un modelo econométrico para estimar la relación del rendimiento de maíz en función de una variabilidad climática. se realizó un análisis de regresión múltiple utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). su fórmula general es la siguiente:

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$$

Donde:

a = es la intersección, el valor de y cuando todas las x son cero.

b₁ es la cantidad en que Y cambia cuando esa X₁ particular aumenta una unidad, cuando los valores de todas las demás variables independientes se mantienen constantes.

- ➔ Y por último se respondió a las preguntas: ¿Por qué es vulnerable?
¿Cómo se ha comportado este factor o factores en el tiempo?

Etapa 2.- Modelo conceptual para la evaluación de la vulnerabilidad

- ➔ Se recabó información que cuantifique los factores de vulnerabilidad y que permita caracterizar las causas de la vulnerabilidad (datos crudos).

La ecuación más usada para evaluar vulnerabilidad se presenta a continuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{capacidad adaptativa}) - (\text{exposición} + \text{sensibilidad})$$

En base a la información espacial disponible, se seleccionaron las variables que capturan algún componente de la vulnerabilidad de la agricultura de temporal, por lo que la ecuación anterior tiene ahora la siguiente estructura dada por una serie de pesos que definen la importancia de cada variable

$$V = (a_1A_1 + a_2A_2 + \dots + a_nA_n) - (B_1S_1 + B_2S_2 \dots B_nS_n + s_1E_1 + s_2E_2 \dots s_nE_n)$$

Donde V es el índice de vulnerabilidad y α , son los pesos obtenidos del primer componente de la vulnerabilidad asociado a n variables adaptivas. $A_1 - A_n$, B_n son los pesos obtenidos del segundo componente de la vulnerabilidad asociado a n variables de sensibilidad. $S_1 - S_n$, E_i son los pesos obtenidos del tercer componente de la vulnerabilidad asociado a n variables de exposición: $E_1 - E_n$. Exposición y sensibilidad tienen signo negativo, debido a que las áreas expuestas a eventos climáticos son más sensibles a los daños, asumiendo una capacidad adaptativa constante. Altos valores netos indican menos vulnerabilidad y viceversa.

Para ello se puntualizan las preguntas siguientes:

¿Qué está expuesto?

- Rendimientos de cultivo de maíz

¿Ante qué es sensible?

- Comportamiento de la precipitación acumulada del temporal
- Comportamiento del temporal de lluvias
- Comportamiento de la sequía estacional

Capacidad Adaptiva

- Grado de marginación y desarrollo
- Servicios
- Economía
- Tecnología
- Seguros y créditos

Fuente: Elaboración propia

- Se construyeron indicadores de vulnerabilidad, normalizados con la historia reciente.

Cada componente viene formulado en función de diversos indicadores, los mismos que se expresan como porcentaje de vulnerabilidad y que deben ser previamente normalizados mediante la siguiente relación:

$$x = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} * 100$$

Donde X, será el valor normalizado de los valores de la variable x_i , x_{\min} y x_{\max} los valores mínimo y máximo del conjunto de datos x_i , esta relación es válida cuando la vulnerabilidad aumenta a medida que el indicador se incrementa, si ocurre el caso contrario se debe restar 100 del valor obtenido por la anterior relación.

- Para obtener un índice de vulnerabilidad

Para la obtención de los mapas de vulnerabilidad se siguió el procedimiento que se muestra a continuación:



Etapa 3.-Validación del modelo

- Validar el modelos de vulnerabilidad

En caso de que el modelo de vulnerabilidad se considere inadecuado, se debe regresar a revisar las causas y los datos usados para caracterizarlo, y proceder a una re-evaluación

Capítulo IV. Resultados y discusión

Los resultados encontrados siguiendo la metodología propuesta se presentan a continuación:

4.1. Caracterización de la producción de cultivo de maíz en Nayarit (2003-2011).

La caracterización de la producción del cultivo se realizó con base a la recopilación de datos por parte del portal de SAGARPA-SIAP. Se realizó una tabla de los indicadores para la integración de la base de datos a nivel municipal, para ver la tabla ir al apartado de anexos (tabla 10). A continuación se muestra en la siguiente gráfica el comportamiento de la precipitación de temporal y los rendimientos del cultivo de maíz de temporal para el municipio de Santa María del Oro, el cual es uno de los municipios más productivos en el periodo 2003 a 2011.



Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2012) y datos del PEACC, 2012.

Como primer paso se realizó una caracterización espacial de los indicadores de superficie sembrada, cosechada, rendimientos y volumen de producción, todos a escala municipal para el periodo de datos 2003-2011.

La caracterización del cultivo de maíz, permitió la creación de mapas cartográficos como resultados preliminares, cumpliendo así el primer objetivo específico de la tesis. Estos resultados muestran los municipios con mayor superficie sembrada en el estado y los de mayor producción de maíz en un periodo de tiempo de 2003-2011

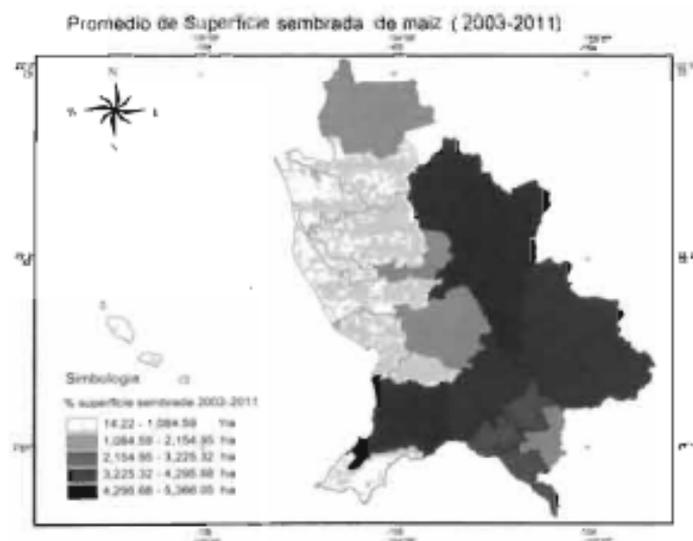


Figura 4. Mapa de superficie sembrada 2003-2011
Fuente: Elaboración propia con base a datos SIAP, 2012

Promedio de Superficie Cosechada de maiz (2003-2011)

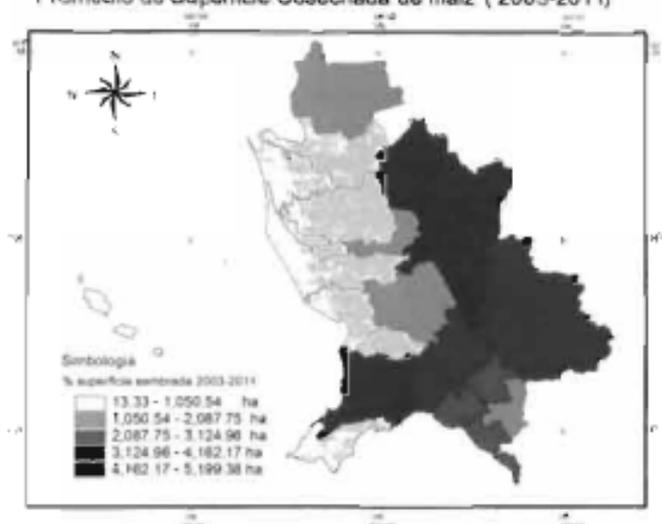


Figura 5. Mapa de superficie cosechada 2003-2011
Fuente: Elaboración propia con base a datos SIAP, 2012

Entre los resultados de la caracterización se encontraron los siguientes resultados. Los mapas de superficie sembrada y cosechada, son muy parecidos. Esto indica que no hubo diferencia entre el total de hectáreas (ha) sembradas con respecto a las cosechadas. Es decir, existe un comportamiento similar en un año con el otro, salvo algunos municipios.

Los municipios con mayor superficie sembrada de maíz son Compostela, Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas y el municipio Del Nayar.

Promedio de Superficie siniestrada de maíz (2003-2011)

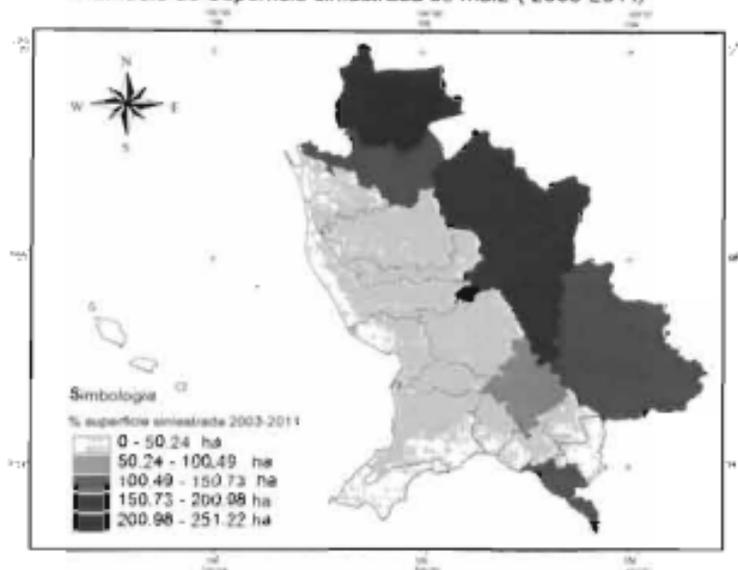


Figura 6. Mapa de superficie siniestrada 2003-2011
Fuente: Elaboración propia con base a datos SIAP, 2012

Como se puede observar en la figura 5 del mapa de la superficie siniestrada confirma lo anteriormente descrito, no existe mucha diferencia entre el total de hectáreas sembradas con las cosechadas, salvo los municipios de Acaponeta con un promedio de 210 has siniestradas, El Nayar con 160 has, La Yesca 109 has y Tecuala con 120 has, el total de hectárea cosechadas fue muy bajo comparado con el total de las sembradas.

Los principales municipios productores de maíz en el estado son: Bahía de Banderas, Compostela, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, Ahuacatlán, Ixtlán del Río y Amatlán de Cañas, estos municipios cuentan con características generales similares (el terreno, el clima, el tipo de suelo) de tal manera desde el punto de vista de las actividades productivas algunas destacan por su mayor contribución en la producción estatal y al valor económico.

Promedio de rendimiento de maíz (2003-2011)

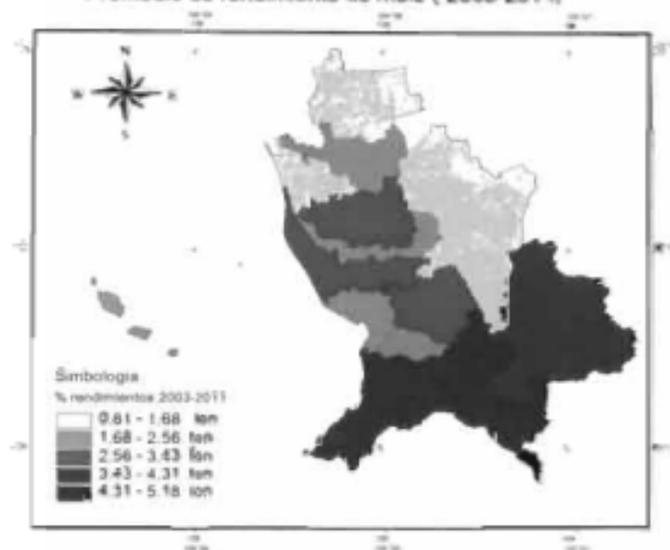


Figura 7. Mapa de rendimientos 2003-2011

Fuente: Elaboración propia con base a datos SIAP, 2012

Los municipios, Compostela, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, que tuvieron los mayores rendimientos en el periodo de 2003-2011 manteniendo un promedio de 4.31 a 5.18 toneladas.

En el mapa de la figura 6 la producción de maíz se aprecia los municipios con mayor importancia para el estado en cuanto al cultivo de maíz de temporal

Promedio de producción de maíz (2003-2011)

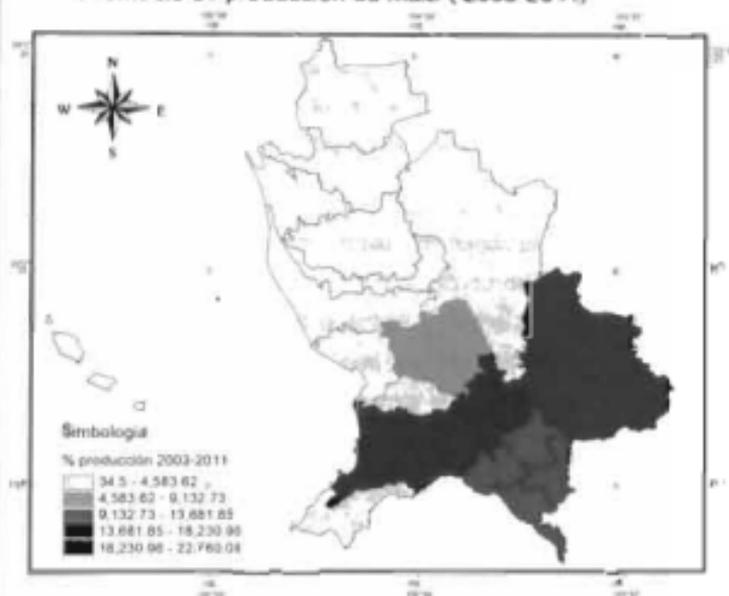


Figura 8. Mapa de producción 2003-2011

Fuente: Elaboración propia con base a datos SIAP, 2012

Los municipios más productivos en el estado son aquellos ubicados en la región sur (Compostela, San Pedro Lagunillas y Santa María del Oro) con un promedio entre 18,220 y 22,780 toneladas.

Sin embargo, se observa el municipio de La Yesca con altos números de producción, pero esto no es significativo de buenos rendimientos. Se conoce que este municipio es de los más pobres y menos apoyados por partes el gobierno. Sin embargo se realiza un esfuerzo por parte de los agricultores para mejorar su economía en función de los buenos resultados que puedan generar sus producciones.

4.2. Resultados del modelo econométrico

En este subcapítulo se detallan los resultados del reporte econométrico realizado, esto con el fin de analizar una posible relación entre las variaciones climáticas en los años de estudio y los rendimientos del cultivo de maíz.

Se realizó la regresión de datos de panel tomando un total de 219 datos, que corresponden al período 2003-2011 del estado de Nayarit, (se aplicó este modelo de regresión, para la estimación de los parámetros de interés, la variabilidad temporal y transversal de los datos). Se obtuvieron 219 observaciones, siendo así una muestra evaluable. Los resultados de esta regresión indicaron la correlación que existe entre la variable precipitación acumulada, la temperatura máxima, la temperatura mínima y el rendimiento por hectárea, para el caso de la producción de maíz en el estado. El procedimiento para realizar la regresión se realizó siguiendo la metodología tradicional el cual consiste en una serie de pasos detallados a continuación. Este método tiene como objetivo encontrar una especificación funcional (y dinámica) del modelo teórico propuesto que no sea rechazada por los datos observados:

Teoría:

La teoría dice que la actividad agrícola trabaja bajo condiciones del clima, incluso menciona también el grado de dependencia de la precipitación, especialmente los denominados de temporal y deja en claro que algunos son de validez alimentaria (Palma, Conde, Morales y Colorado, 2009).

El Gobierno Veracruzano realizó un estudio donde demuestran que para la buena germinación de semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes, minerales y agua.

De la misma manera que la temperatura (Ruiz *et al.*, 1999) cita a Doorenbos y Kassam (1979), donde mencionan que de la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm de precipitación, dependiendo de la variedad. Por tanto al haber números altos de Pcp y los rangos apropiados de temperatura el rendimiento del maíz se verá favorecido con un alto número.

En cuanto al planteamiento econométrico.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e$$

$$\text{Rendimiento} = C(1) + C(2) * \text{sumadepcp} + C(3) * \text{promtmax} + C(4) * \text{promtmin}$$

Modelo econométrico

El modelo econométrico se describe de la siguiente manera

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \mu$$

$$\text{Rendimiento} = C(1) + C(2) * \text{sumadepcp} + C(3) * \text{promtmax} + C(4) * \text{promtmin} + \mu$$

Donde el rendimiento está en función de incrementos en la precipitación acumulada del temporal (sumadepcp) incrementos también en la temperatura máxima promedio del temporal (promtmax) y temperatura mínima (promtmin)

El resultado del reporte econométrico se detalla en el siguiente cuadro:

Dependent Variable: RENDIMIENTO

Method: Least Squares

Date: 02/13/14 Time: 22:42

Sample: 1 187

Included observations: 187

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.282743	1.230952	3.479212	0.0006
SUMADEPCP	-0.000516	0.000291	-1.771823	0.0781
PROMTMAX	0.056894	0.055411	1.026780	0.3059
PROMTMIN	-0.145275	0.048652	-2.985987	0.0032
R-squared	0.120781	Mean dependent var		3.354794
Adjusted R-squared	0.106367	S.E. dependent var		1.438013
S.E. of regression	1.359385	Akaike info criterion		3.473100
Sum squared resid	338.1707	Schwarz criterion		3.542215
Log Likelihood	-320.7349	Hannan-Quinn criter		3.501105
F-statistic	8.379718	Durbin-Watson stat		0.957549

Prob(F-statistic) 0.000030

Por lo tanto el modelo de regresión lineal queda de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = 4.282743 - 0.000516 * \text{SUMADEPCP} + 0.056894 * \text{PROMTMAX} - 0.145275 * \text{PROMTMIN}$$

Interpretación de coeficientes:

Para la interpretación de los coeficientes del modelo se describe lo siguiente:

Interpretación de β_1 :

En el reporte de regresión, la variable de *"precipitación acumulada"* presenta una correlación negativa (lo contrario a la teoría) con un valor de β_1 de -0.000516. Esto quiere decir, que entre mayor PCP acumulada haya, será menor el rendimiento, estadísticamente con un incremento de una unidad en la variable de PCP acumulada (SUMADEPCP) el rendimiento disminuirá en -0.000516 ha

Interpretación de β_2 :

En el reporte de esta variable *"promedio de temperatura máxima"* muestra una correlación positiva con un valor de 0.056894. Esto explica que existe una relación entre los rendimientos del maíz con los promedios de la temperatura (PROMTMAX).

Interpretación de β_3 :

Lo mismo sucede en la variable *"promedio de temperatura mínima"* que la precipitación acumulada, hubo una relación negativa con un valor de β_3 de -0.145275. Por lo tanto estadísticamente con un incremento de una unidad en la variable (PROMTMIN) provocará una disminución en los rendimientos.

Coefficiente de determinación:

R-squared	0.120787
Adjusted R-squared	0.106367

Según los resultados arrojados en el resumen econométrico, la R^2 estima que el 12% explican el comportamiento de la variable dependiente (rendimiento). También se muestra la R ajustada con un 10% de relación entre la variable explicativa y la explicada.

Por último se prueba la significancia del modelo haciendo uso del estadístico de prueba "F".

F-statistic	8.379718
Prob(F-statistic)	0.000030

Y se puede concluir que el modelo en general resultó significativo debido a que la probabilidad asociada es menor a .05

4.3. Indicadores de vulnerabilidad de los municipios productores de maíz blanco

En este apartado se detallan los resultados de los indicadores de vulnerabilidad a nivel municipal para el estado de Nayarit.

4.3.1. Indicadores de exposición

Los indicadores de exposición son los determinantes en este proceso, pues son el objeto vulnerable expuesto. Los indicadores caracterizan el grado en que los sistemas agrícolas responden, positiva o negativamente, a cambios en los patrones climáticos observados.

- Promedio de rendimientos 2003-2011
- Superficie sembrada 2003-2011
- Promedio de producción 2003-2011

Para este factor de vulnerabilidad fue necesaria la recopilación de datos a nivel municipal, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Indicadores a utilizar por SIAP para la caracterización del factor de exposición

Municipio	Sup. Sembrada 2003-2011	Producción 2003-2011	Rendimientos 2003-2011
Acaponeta	730.53	1,236.20	1.78
Ahuacatlán	2,496.06	11,019.72	4.71
Amatlán de Cañas	2,570.78	11,810.02	4.96
Bahía de Banderas	153.50	686.09	4.40
Compostela	4,395.69	22,780.06	5.18
Del Nayar	5,366.05	3,926.64	0.61
Huajicori	1,856.50	2,868.28	1.58
Ixtlán del Río	1,939.67	9,293.63	4.92
Jala	2,612.22	10,669.37	4.29
La Yesca	4,222.45	17,214.46	4.10
Rosamorada	429.69	1,086.17	2.75
Ruiz	1,286.56	2,711.50	2.14
San Blas	880.00	1,675.17	1.92
San Pedro	4,142.44	20,796.58	5.02

Lagunillas			
Santa María del Oro	3,699.20	18,646.42	5.05
Santiago Ixcuintla	411.00	1,171.42	3.29
Tecuala	54.88	63.24	1.67
Tepic	1,936.11	5,126.28	2.64
Tuxpan	14.22	34.50	2.36
Xalisco	902.56	2,303.50	2.53

Fuente: Elaboración propia en base a datos SIAP, 2012.

Caracterización de los indicadores de exposición:

Los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas y Santa María del Oro, son los más productivos de maíz en el estado y pertenecientes a la zona sur del estado, pero es importante aclarar que el tener gran superficie sembrada no siempre es equivalente a obtener grandes resultados de producción, como es el caso del municipio de La Yesca. Aquí juega un papel importante las condiciones climáticas, pues para el municipio de La Yesca son muy extremas en la temperatura y precipitación a comparación con los municipios del sur del estado.

Estas condiciones se pueden observar claramente en las figuras 18 y 19



Figura 9. Promedio de producción 2003-2011

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SIAP, 2012

En la figura 8 se observa los municipios con mayor producción, los municipios de la zona norte del estado son los que cuenta con menos producción y son uno de los municipios con el clima más cálido. De lo contrario los municipios con más producción son los ubicados en la zona del estado más tropical, se puede atribuir que el cultivo está ubicado en su rango de desarrollo óptimo.

El indicador de superficie sembrada de maíz, se da en gran parte en la zona sierra del estado (La Yesca, El Nayar), aquí es importante mencionar que estos dos municipios tiene un gran número de hectáreas sembradas de maíz, pero esto no tiene relación con altos números de producción y rendimiento.



Figura 10. Superficie sembrada 2003-2011

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SIAP, 2012.

La variabilidad climática que se concentra en la parte Del Nayar y La Yesca es muy diferente, es por esto los cambios en cuanto a la superficie sembrada y la producción,

No obstante, los rendimientos caracterizados en la figura 10 tienen números más favorables para los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas y Santa María del Oro, la cual es la zona con mayor producción de maíz de temporal.

El mapa del índice de rendimientos señala los municipios con mejores rendimientos de maíz de temporal en el estado. También se puede señalar que estos municipios: Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río y Santa María del Oro, podrían tener condiciones climáticas muy parecidas, de ser así, tanto las condiciones climáticas y la capacidad de adaptación pueden ser los detonantes para estos resultados.



Figura 11. Rendimientos 2003-2011

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SIAP, 2012

4.3.2. Indicadores de capacidad de adaptación

Los indicadores de capacidad de adaptación dependen de factores socioeconómicos, tecnológicos, institucionales y estructurales de la agricultura. Se presenta seis indicadores que en forma conjunta integran indirectamente la capacidad de adaptación de la agricultura de temporal en el estado.

- ↳ IDH (2000, 2005)
- ↳ Índice de marginación 2010
- ↳ Población con créditos y seguros agrarios 2007
- ↳ Población sin créditos ni seguros agrarios 2007
- ↳ Población beneficiaria de PROCAMPO 2010
- ↳ Población con uso de maquinaria agrícola propias 2007

Tabla 7. Indicadores a utilizar para la caracterización del factor de capacidad de adaptación

Municipio	IDH 2000	IDH 2005	seguro crédito 2007	Procampo 2010	Tractor propio	Trilladora propia
Acaponeta	0.7539	0.8075	1.1033	0.9052	0.1255	0.5419
Ahuacatlán	0.7751	0.8480	-0.3009	-0.0173	-0.0236	-0.2322
Amatlán de Cañas	0.7628	0.8126	-0.4213	-0.1144	-0.0249	0.3871
Bahía de Banderas	0.7708	0.8505	0.1404	-0.1960	0.0236	0.6987
Compostela	0.7635	0.8129	0.7021	1.3311	0.3414	1.0064
Del Nayar	0.4946	0.5373	-0.5416	1.0133	-0.1316	-0.2322
Huajicori	0.6708	0.6946	-0.5416	0.1129	-0.1267	-0.2322
Ixtlán del Río	0.8063	0.8218	-0.5818	-0.6602	-0.0564	0.0774
Jala	0.7533	0.7538	-0.5416	-0.1960	-0.0988	-0.0774
La Yesca	0.6728	0.6854	-0.5818	-0.5808	-0.0321	-0.2322
Rosamorada	0.7495	0.7841	-0.1404	1.6584	0.4882	0.3871
Ruiz	0.7466	0.7725	-0.5015	0.0055	-0.1061	-0.2322
San Blas	0.7409	0.8090	1.4644	0.3799	0.2371	0.5419
San Pedro Lagunillas	0.7731	0.8406	0.9027	-0.2424	-0.0588	-0.0774
Santa María del Oro	0.7446	0.7711	0.7423	0.5307	0.0770	-0.2302
Santiago	0.7656	0.8062	3.4304	3.3098	0.7926	2.2451

Ixteacuitla						
Tecuala	0.7712	0.8079	0.9830	1.6496	0.3948	3.7934
Tepic	0.8406	0.8840	0.4213	-0.2858	0.0418	-0.0774
Tuxpan	0.7827	0.8232	-0.4614	-0.0055	0.1437	0.3871
Xaltisco	0.8050	0.8563	0.3410	-0.7632	-0.0734	-0.2332

Fuente: Elaboración propia en base a información del SIAP, 2012.

Los municipios localizados en las zonas montañosas y marginadas del estado, cuentan con los menores valores en los índices de DH. La figura 11 corresponde al índice de Desarrollo Humano del año 2000, donde muestra el "mayor grado" de vulnerabilidad en el municipio del Nayar, y con "alto" grado los municipios de La Yesca y Huajicori, son los municipios con menos atención por parte del gobierno.



Figura 12. Índice de Desarrollo Humano 2000

Fuente: Elaborado en base a datos de (PNUD, 2003)

En el Índice de Desarrollo Humano del año 2005 se aprecia tres municipios del sur del estado (Bahía de Banderas, San Pedro Lagunillas y Ahuacatlán) los cuales cambiaron su grado de vulnerabilidad a uno más favorable, aclarando así que la zona sur del estado es de las más productivas en cuanto a los rendimientos del maíz. El IDH podría ser un factor clave para aumentar los rendimientos y se podría contar con más ingresos económicos y se cree que podría aumentar más los conocimientos de los productores con más capacitación y asesorías de técnicos especializados



Figura 13. Índice de Desarrollo Humano 2005
Fuente: elaborado en base a datos de (PNUD, 2003)

El índice de marginación 2010, indica que los municipios, Del Nayar, La Yesca y Huajicori pertenecientes a la zona sierra del estado, se encuentran en muy alta vulnerabilidad esto por el alto número de población pobre con un rango de clase de 0-10 y esto quizás también por la falta de interés por parte del gobierno.



Figura 14. Índice de Marginación 2010

Fuente: Elaborado en base a datos de (INEGI, 2010)



Figura 15. Índice Cobertura de crédito y seguro 2007

Fuente: *Elaborado en base a datos de (INEGI, 2007)*

Los indicadores de cobertura de seguros y crédito, son factores claves dentro del sector agrícola para la determinación de la vulnerabilidad. El índice de cobertura de seguros y créditos muestra los municipios de La Yesca, Xalisco e Ixtlán del Río con problemas referidos a lo financiero, esto por supuesto repercute a los agricultores por su gran limitante para enfrentar los fenómenos naturales ocasionados por el cambio climático y sus consecuencias.



Figura 16. Cobertura del programa PROCAMPO 2010

Fuente: Elaborado en base a datos de (INEGI, 2010)

El indicador de la cobertura del programa PROCAMPO (figura 15) se basó en el total de personas beneficiadas por municipio, este se relaciona con el acceso de la población a los apoyos dados por el gobierno para el campo agrícola en el estado, a mayor acceso mayor es la capacidad de adaptación y menor es la vulnerabilidad para enfrentar el cambio climático. Los municipios con menos vulnerabilidad de maquinaria agrícola en el estado son Santiago Ixcuintla, Tecuala, Rosamorada y Compostela.



Figura 17. Índice Mecanización Agrícola (tractores) 2007
 Fuente: Elaborado en base a datos de (INEGI, 2007)

La mayoría de los municipios muestran una gran dependencia a las actividades agrícolas y en consecuencia presentan gran vulnerabilidad asociada a este indicador de mecanización agrícola (figura 16 y 17).

El uso de tractores para el campo agrícola es pieza fundamental para un buen desempeño agrícola, en ocasiones los productores gastan gran cantidades de dinero en rentar de equipos agrícolas para la preparación de la tierra.



Figura 18. Índice Mecanización Agrícola (Trilladoras) 2007

Fuente: elaborado en base a datos de (INEGI, 2010)

La mayoría de los municipios muestran una gran dependencia a las actividades agrícolas y en consecuencia presentan gran vulnerabilidad asociada a este indicador de mecanización agrícola (figura 16, 17).

Para la creación del Índice de mecanización agrícola, se decidió optar por los más convencionales (tractores y trilladoras) insumos para el campo. Como se observa en los dos mapas, los municipios de Santiago Ixcuintla, Tecuala, Rosamorada, Compostela, San Blas, Bahía de Banderas están establecidos dentro de los rangos favorables de vulnerabilidad por uso de "trilladoras propias" y "tractores" todo esto hace que no sean tan vulnerables en cuestiones de mecanización agrícola.

4.3.3. Indicadores de sensibilidad

Los indicadores de sensibilidad son un factor importante para la determinación de la vulnerabilidad y están asociados directamente con el objeto de estudio. Se consideraron dos indicadores que definen las características de la estación lluviosa y están asociadas directamente con las sequías, que es el principal factor de riesgo de la agricultura de temporal:

- Precipitación acumulada en el temporal (SumaDePCP)(mayo-noviembre).
- Promedio temperaturas máximas (Tmax)

Tabla 8. Indicadores a utilizar para la caracterización del factor de sensibilidad

MUNICIPIO	SumaDePCP	PromTMAX
Acaponeceta	910.9	31.93
Ahuacatlán	903.4	28.25
Amatlán de Cañas	580	32.05
Bahía de Banderas	962.2	29.44
Compostela	1297.5	28.36
Del Nayar	835.2	35.41
Huajicori	1069.2	32.11
Ixtlán del Río	1292.6	30.06
Jala	806	26.90
La Yesca	826.3	27.25
Rosamorada	913.0	24.90
Ruiz	1081.6	28.05
San Blas	1166.5	27.99
San Pedro Lagunillas	1103.7	27.56
Santa María del Oro	1127.2	27.52
Santiago Ixcuintla	1289.0	31.53
Tecuala	1284.4	30.30
Tepic	814.8	26.76
Tuxpan	1419.2	31.15
Xalisco	1435.6	27.66

Fuente: elaboración propia con datos del PEACC Nayarit, 2012

Caracterización de los indicadores de sensibilidad:

El índice de comportamiento de precipitación (PCP) y de la temperatura máxima, de acuerdo a algunas teorías son algunos de los causantes de los bajos rendimientos en los cultivos agrícolas de maíz de temporal. En este análisis se estimó en función de un modelo econométrico que el 12% es explicado por estos fenómenos climáticos. Sin embargo hay que considerar que existen más factores determinantes que podrían influir en los bajos rendimientos del cultivo.



Figura 19. Índice del comportamiento de Pcp, 2003-2011.

Fuente: elaboración propia con datos de PEACC, 2012

En la figura 18 se observa que la zona más lluviosa del estado abarca los municipios de Santiago, Tecuala, Compostela, San Pedro Lagunillas y Santa María de Oro, es importante señalar que los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas y Santa María del Oro son de los municipios más productivos del cultivo de maíz.



Figura 20. Comportamiento de la temperatura máxima, 2003-2011

Fuente: elaboración propia con datos de PEACC, 2012

El índice de temperatura máxima, señala los municipios con temperaturas máximas en el periodo de temporal de lluvias. Quedando así con un clima más favorable para el cultivo, de acuerdo a sus umbrales para un óptimo desarrollo los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlán y Santa María del Oro con un rango de temperatura de 26° C a 29°C.

4.4. Índice de vulnerabilidad agrícola municipal

El índice de vulnerabilidad agrícola municipal, señala aquellos municipios productores de maíz de temporal, bajo cinco escalas de vulnerabilidad.

Los índices para cada factor de la vulnerabilidad están integrados bajo la fórmula de exposición y sensibilidad menos la capacidad adaptativa. La distribución espacial del índice de vulnerabilidad se muestra en la figura 20. La vulnerabilidad se clasificó en cinco grupos: muy baja (0-20), baja (21-40), media (41-60), alta (61-80) y muy alta (81-100).

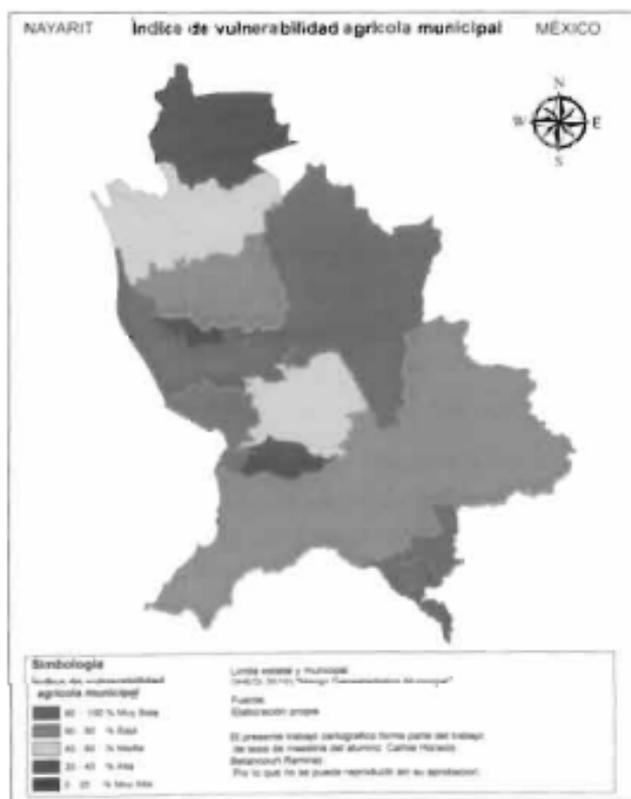


Figura 21. Índice de vulnerabilidad agrícola municipal

Fuente: elaboración propia

En el grupo de vulnerabilidad "muy alta" se localizan tan sólo tres municipios (Huajicori, Tuxpan, Xalisco), dentro del rango de "alta" cuatro (Dei Nayar, Ruiz, Ixtlán del Río, San Blas). Para la categoría "media" vulnerabilidad se encuentran tres (Tecuala, Acaponeta, Tepic). En el grupo de vulnerabilidad "baja" ocho municipios (Rosamorada, La Yesca, Compostela, Bahía de Banderas, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, Jala, Ahuacatlán). En vulnerabilidad "muy baja" (Santiago Ixcuintla y Amatlán de Cañas)

El índice de vulnerabilidad municipal agrícola demuestra que gran parte del estado está por debajo de vulnerabilidad "media" como los municipios de: Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Bahía de Banderas, Compostela, Jala, La Yesca, Rosamorada, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tepic. Cabe señalar que la zona con mayor producción de maíz de temporal en el estado, se ubica en los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río y Santa María del Oro, que en su totalidad son municipios con "baja" vulnerabilidad.

Es importante aclarar que el municipio de La Yesca, se encuentra dentro del grupo de baja vulnerabilidad, por algunos factores dentro de la fórmula. El municipio de La Yesca se ha catalogado como uno de los municipios con poco apoyo por parte del gobierno y muy bajo IDH (Índice de Desarrollo Humano).

El mapa de índice general municipal agrícola de la figura 20 es comparable espacialmente con la distribución de las clases, con el que resultó del estudio de Monterroso *et al*, en el 2012, bajo el nombre de "indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México". Donde realizaron un índice de vulnerabilidad a escala municipal pero para todo el país, utilizando un método parecido, pero tomando en cuenta variables más generales.

Capítulo V. Conclusiones

Los indicadores de exposición representan al objeto estudiado (cultivo de maíz). Es importante mencionar que entre la superficie sembrada y cosechada en el periodo comprendido en los años 2003 al 2011 no hubo diferencias significativas en la superficie sembrada. La cantidad de superficie sembrada fue la misma que la cosechada, pero en cuanto los rendimientos sí se reflejaron cambios muy notorios. El periodo de datos se tomó hasta el año 2011.

Se considera que es de vital importancia evaluar la vulnerabilidad teniendo en cuenta más factores determinantes sobre clima, social, económico con más periodos largos y representativos para el estado. También la disponibilidad de los datos, la falta de la información resulta ser una limitante importante hoy en día en las investigaciones que usan indicadores.

En cuanto al reporte econométrico, las variables usadas en el modelo sólo influyen un 12% en este fenómeno estudiado que considera las temperaturas máximas, mínimas y la precipitación, es importante recalcar que es necesaria la integración de otros factores que no fueron considerados en este análisis, como por ejemplo: tipo de suelo, paquetes tecnológicos empleados por los productores, manejo del cultivo, humedad, etc. La falta de información actualizada fue una de las limitantes para este estudio.

Los indicadores de sensibilidad fueron de gran importancia para este estudio, pues son los factores claves para un buen desempeño del sector agrícola. Para este estudio se analizó el cultivo de maíz de temporal, por tanto se recopiló información específica de este periodo. El indicador de precipitación muestra a los municipios de Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtán y Santa María del Oro, con los requerimientos óptimos para el cultivo en cuanto a la cantidad de agua necesaria. El indicador de temperatura máxima señala condiciones muy óptimas para el

desarrollo del cultivo para la zona mayormente productora (Compostela, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Ixtlán y Santa María del Oro).

Los seis indicadores de capacidad de adaptación pudieron no ser lo suficiente para la determinación del estudio, por eso es necesario considerar mas factores que no se contemplaron en este análisis. Los datos recopilados de los censos agrícolas reportan la disponibilidad de datos hasta el año 2007.

La mayoría de los municipios en el estado están con baja vulnerabilidad. El apoyo por parte del gobierno a través del Programa PROCAMPO, a veces no suele utilizarse en el campo directamente, es necesario tomar medidas más específicas en cuanto a la ayuda del sector agrícola. Sería muy necesario la actualización del censo agrícola por parte del INEGI, solamente está actualizado hasta el año 2007.

El índice general municipal de vulnerabilidad agrícola es de vital importancia considerarlo para posteriores estudios en el cual se detalla espacialmente aquellos municipios que están en una vulnerabilidad muy alta (Huajicori, Tuxpan, Xalisco) ante contingencias climáticas, de seguros agrarios, créditos, el uso de maquinarias agrícolas, apoyos por parte de gobierno

Por lo tanto en función de los resultados obtenidos del modelo econométrico, se acepta la hipótesis, que los indicadores económicos mal planeados y las variaciones climáticas explican los bajos rendimientos en los municipios con altos grados de vulnerabilidad. Dando por hecho que las variaciones climáticas y la mal planeación de indicadores económicos estiman el 12% del comportamiento de la variable dependiente (rendimiento).

LITERATURA CITADA

- Adams, R., Hurd, B., Reilly, J. (1999). A review of impacts to U.S. agricultural resources. *Pew Center on Global Climate Change*.
- Aguilar, E., Peterson, T.C., Ramírez, P., Frutos, R., Retana, J.A., Solera, M., Soley, J., González, I., Araujo, R. M., Santos, R., Valle, E., Brunet, M., Aguilar, L., Álvarez, L., Bautista, M., Castañón, C., Herrera, L., Ruano, E., Sinay, J. J., Sánchez, E., Hernández, G. I., Obed, F., Salgado, J.E., Vázquez, J.L., Baca, M., Gutiérrez, M., Centella, C. y Espinosa J. (2005). 'Changes in Precipitation and Temperature Extremes in Central America and Northern South America, 1961-2003'. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 110, 15 p.
- Almejo, R. (2011). Vulnerabilidad Socio-demográfica ante Eventos Hidrometeorológicos. La situación demográfica de México 2011 (pp. 209-224). Mexico, D.F.
- Barros, C. (2006). Metodologías para la vulnerabilidad poblacional a los desastres de la variabilidad y el cambio climático.
- Cardona, O. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. 18p Consultado de <http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html> el 8 de julio de 2005.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas [CEFP]. (2001). Producción nacional y estatal de los diez granos básicos 1980-1999.
- CEPAL. (2011). La economía del cambio climático en Centroamérica.
- Conde A.C. (2003) y IPCC. (2001). Vulnerabilidad, información climática y riesgos hidrometeorológicos, pp. 10-15.

- Conde, C., Ferrer, R. M., y Liverman, D. (1993). Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo cerea-maize, 93–110.
- Deressa, T., R. M. Hassan, and C. Ringler. (2008). Measuring Ethiopian farmer's vulnerability to climate change across regional states. International Food Policy Research Institute Disponible en: <http://www.ifpri.org/pubs/dp/IFPRIDP00806.pdf>
- Epstein, P., McCarthy, J. (2004). Assessing climate stability Bulletin of the American Meteorological Society 85(12): 1863-1870.
- Eriyagama, N., Smakhtin, V., Chandrapala, L., Fernando, K. (2010). Impacts of climate change on water resources and agriculture in Sri Lanka. a review and preliminary vulnerability mapping. International Water Management Institute (IWMI Research Report 135). Colombo, Sri Lanka. 51 pp.
- FUPRONAY. (2001). Guía para la asistencia Técnica Agrícola de Nayarit, 2(2), 1–13. doi 10.4206/agrosur.1974.v2n2-09
- García, R. (2008). Riesgo de sequía y vulnerabilidad socioeconómica en la cuenca del Guadalentín. Murcia.
- Gasparí, F. J., Vagaría, A. M. R., Delgado, M. I., Senisterra, G. E., y Denegri, G. A. (2011). Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante SIG.
- Gbetibouo G. A., y Ringler, C. (2009). Mapping South African Farming Sector Vulnerability to Climate Change and Variability: A Subnational Assessment. (December), 1–28.
- Gobierno del Estado de Veracruz. (2011). Monografía del maíz
- González, H., y Macías, A. (2007). Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México, 47–78.

- Gutiérrez, M. E., y Espinosa, T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático*.
- Heitberg R. y Borich-Osmolovskiy IV. 2010 Mapping vulnerability to climate change. Policy Research Working Paper 5554. The World Bank Sustainable Development Network. Social Development Unit Washington DC, USA. 20 pp.
- Huda, S., Sadras, V., Wani, S., y Mei, X. (2011). Food Security and Climate Change in the Asia-Pacific Region: Evaluating Mismatch between Crop Development and Water Availability, 2(June).
- INE (2012). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D.F.
- INEGI. (2012) Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios. Consultado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=18> el 20 de septiembre de 2012.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. (2009). Estudio sobre Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en dos Zonas Agroclimáticas del Sector Silvoagropecuario de Chile.
- IPCC. (2007). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 998 pp. Consultado de http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html el 15 de octubre de 2012.

- IPCC (2001). Cambio Climático 2001 Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II. Resumen para responsables de Política. OMM-PNUMA.
- Jones, R. y Boer R. (2003). Assessing current climate risks Adaptation Policy Framework: A Guide for Policies to Facilitate Adaptation to Climate Change. UNDP. Consultado de <http://www.undp.org/cc/apf-outline.html> el 5 de abril de 2012
- Kasperson, J.X., Kasperson, R.E., Turner II, B.L., Schiller, A., Hsieh, W.-H., (2003). Vulnerability to global environmental change. In: Diekmann, A., Dietz, T., Jaeger, C., Rosa, E.S. (Eds.), *The Human Dimensions of Global Environmental Change*. MIT, Cambridge, forthcoming.
- Laveit, A. (2004). La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La Red. Antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004. 76p. Consultado de: <http://www.desenredando.org/public/varios/index.html> el día 10 de julio de 2005
- Luers, A. I., Lobell, D. B., Sklar, L. S., Kijama, C. L., y Matson, P. A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 13(4), 255-267. doi 10.1016/S0959-3780(03)00054-2
- Madu I. A. (2010). Spatial analysis of rural households' vulnerability to climate change in Nigeria. *Climate Change and Security. An International Conference in Trondheim, Norway*.
- Magaña, V., Matias J., Morales R., y Millán C. (2004). Cambio Climático: una visión desde México, pp. 15-214

- Martínez, E. (2009). Impactos, vulnerabilidad y adaptación de las razas mexicanas de maíz y sus ancestros antes escenarios de cambio climático.
- McCarl, B., R. Adams y B. Hurd (2007). Global Climate Change and its Impact on Agriculture.
- Mendoza, C. (2010). Acciones de Adaptación y Vulnerabilidad en el Sector Forestal ante el Cambio Climático en el Estado de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Molua, E. y C. Lambi (2007). The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon, Policy Research Working Paper, N° 4364, Banco Mundial.
- Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, J., y López, J. (2012). Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México.
- Mora, J., Ordaz, J. L., Acosta, A., y Serna, B. (2010). Guatemala efectos del cambio climático sobre la agricultura.
- Ochoa, A., Tejeda, A., Guadarrama, E., Medina, A., Equihua, M., Cejudo, A., Welsh, M., (2008). Resumen de Trabajo del Programa Veracruzano ante Cambio Climático.
- Ortiz, J., Ortega, R., Molina, J., Mendoza, M., Mendoza, M. C., Castillo, F., Muñoz, A., Turrent, A. y Kato, T. A. (2007) Análisis de la problemática sobre la producción nacional de maíz y propuestas de acción, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Palma-Grayeb, B.E., C. Conde-Álvarez, R.E. Morales-Cortez, G. Colorado-Ruiz. (2008). Análisis de la vulnerabilidad agrícola. En Estudios para un Programa Veracruzano ante el Cambio Climático. Universidad

Veracruzana, Instituto Nacional de Ecología y Embajada Británica en México

- Pandey, R., Pandey, A., Galkate, R., Byun, H.-R. and Mal, B. (2010). Integrating Hydro-Meteorological and Physiographic Factors for Assessment of Vulnerability to Drought. *Water Resources Management* 24(15):4199-4217
- Ponvert, D., Lau, A., y Balamasada, C. (2007). La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres Reflexiones generales, 11(1), 174-194.
- UNDP (2003). User's guidebook for the adaptation policy framework. United Nations Development Programme. United Nations.
- Ramirez, J. (2008). *Adaptación y vulnerabilidad ante el Cambio Climático: una metodología para su medición en la región costera del golfo de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rozas, G., Martínez, V., Bolívar, D., Leiva, E., y Céspedes, E. (2001). *Diagnóstico y Vulnerabilidad Socio-Territorial en la VI Región*. Psicología de la Universidad de Chile, X.
- Ruiz, J. A., Medina, G., González, I. J., Ortiz, C., Flores, H., Martínez, R., y Byerly, K. (1999). *Requerimientos Agroecológicos de Cultivos* (pp. 89-172). México, D.F.
- SAGARPA. (2009). *Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura del almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional*, pp. 17-20.
- Schimmelpennig, D. y otros (1996). *Agricultural Adaptation to Climate Change: Issues of Long Run Sustainability*, U. S. Department of Agriculture, Natural Resources and Environment Division, Economic Research Service, Washington, D. C.

- Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Guanajuato (2010). Programa estatal de cambio climático de Guanajuato, p. 27.
- SIAP. (2012). Cultivo de interés. Información de cultivo: Maíz Grano. Consultado de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=202&Itemid=86 el 5 de septiembre de 2012.
- Turrent, A., y J. A. Serratos. (2004). Context and background on maize and its wild relatives in México. In: Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México, Chapter 1, pp. 1-55.
- UNISDR, UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). (2004). Terminology of disaster risk reduction. Consultado de <http://www.eird.org/eng/terminologia:eng.htm> el 25 de enero de 2010.
- UNISDR, UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastre.
- Universidad de Chile. (2011). Metodología para el Desarrollo Cartográfico para la Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo Agroclimático en Chile
- Vásquez, J. D. (2010). Financiamiento a la producción de maíz como medio de desarrollo económico en México. Instituto Politécnico Nacional.
- Velásquez, V. E., y González, A. (2011). Efectos del cambio climático en el sector primario de dos especies de importancia económica para el estado de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Watson R., Zinyowera M., Moss R., Dokken D. IPCC. (1997). Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad, pp. 2-5.

Wild, A. (1992), Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según
Russell, *Mundi Prensa*.

ANEXOS

Tabla 9. Variables a utilizar por SIAP para la caracterización de la producción (Completa)

Municipio	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción	Año
PONETA	920	780	140	1560	2	1,900.00	2,964.00	2003
PONETA	935	935	0	1683	1.8	1,550.00	2,608.65	2004
PONETA	520	520	0	1040	2	2,000.00	2,080.00	2005
PONETA	885	882	3	1764	2	2,000.00	3,528.00	2006
PONETA	890	890	0	1780	2	2,300.00	4,094.00	2007
PONETA	600	600	0	1200	2	2,800.00	3,360.00	2008
PONETA	850	0	850	0	0	0.00	0.00	2009
PONETA	138.8	138.8	0	277.6	2	2,500.00	694.00	2010
PONETA	836	836	0	1,839.20	2.2	2,300.00	4,230.16	2011
HUACATLÁN	3133.5	3133.5	0	13280.7	4.24	1,500.00	19,921.05	2003
HUACATLÁN	3988	3988	0	20040	5.02	1,450.00	29,058.00	2004
HUACATLÁN	3936	3726	110	6357.8	1.71	1,350.00	8,583.03	2005
HUACATLÁN	1130	1130	0	6725	5.95	2,486.51	16,721.75	2006
HUACATLÁN	3820	3820	0	19484	5.1	2,585.00	50,366.14	2007
HUACATLÁN	1800	1800	0	9800	5.44	2,579.77	25,281.75	2008
HUACATLÁN	2140	2140	0	11141	5.21	2,851.90	31,773.00	2009
HUACATLÁN	1356	1276	80	6528.8	5.12	3,456.98	22,569.90	2010
HUACATLÁN	1,261.00	1,261.00	0	5,820.20	4.62	4,857.10	28,269.27	2011
AMTLÁN DE CAJAS	2920	2920	0	13140	4.5	1,500.00	19,710.00	2003
AMTLÁN DE CAJAS	3154	3154	0	15870	5.03	1,450.00	21,011.50	2004
AMTLÁN DE CAJAS	3220	2910	310	5280	1.81	1,350.00	7,128.00	2005
AMTLÁN DE CAJAS	1420	1420	0	8520	6	2,489.96	21,214.50	2006
AMTLÁN DE CAJAS	3910	3910	0	20474	5.24	2,585.00	52,925.29	2007
AMTLÁN DE CAJAS	1725	1725	0	9029.5	5.23	2,581.05	23,305.60	2008
AMTLÁN DE CAJAS	2665	2665	0	15058	5.65	2,919.54	43,962.40	2009
AMTLÁN DE CAJAS	1988	1318	670	7858	5.96	3,187.27	25,045.60	2010
AMTLÁN DE CAJAS	2,135.00	2,135.00	0	11,060.65	5.18	4,737.32	52,397.85	2011
BAJA DE BARRERAS	290	290	0	1132	3.9	1,700.00	1,924.40	2003
BAJA DE BARRERAS	280	280	0	1243.2	4.44	1,800.00	2,237.76	2004

LAJERAS									
LAJA DE LAJERAS	32	32	0	144	4.5	1,800.00	259.20	2005	
LAJA DE LAJERAS	45	45	0	171	3.8	2,000.00	342.00	2006	
LAJA DE LAJERAS	6	6	0	24	4	2,580.00	61.92	2007	
LAJA DE LAJERAS	115	115	0	460	4	2,600.00	1,196.00	2009	
LAJA DE LAJERAS	280	257	23	1374.95	5.35	2,400.00	3,299.88	2010	
LAJA DE LAJERAS	180	180	0	939.6	5.22	3,775.00	3,546.99	2011	
COMPOSTELA	4194	4194	0	21808.8	5.2	1,650.00	35,984.52	2003	
COMPOSTELA	4000	4000	0	16000	4	1,650.00	26,400.00	2004	
COMPOSTELA	4252	4252	0	16582.8	3.9	1,350.00	22,386.78	2005	
COMPOSTELA	4116	4116	0	24696	6	2,600.00	64,209.60	2006	
COMPOSTELA	4987	4987	0	22441.5	4.5	2,580.00	57,899.07	2007	
COMPOSTELA	4430	4430	0	19744.44	4.46	3,200.00	63,182.21	2008	
COMPOSTELA	4685	4685	0	11373.1	6.7	2,800.00	87,844.68	2009	
COMPOSTELA	4345	4231	114	23820.53	5.63	2,250.00	53,596.19	2010	
COMPOSTELA	4,554.00	4,554.00	0	28,551.58	6.27	3,775.00	107,789.76	2011	
EL NIYAR	2490	2490	0	3486	1.4	1,350.00	4,706.10	2003	
EL NIYAR	6097.95	6097.95	0	6707.75	1.1	1,400.00	9,390.85	2004	
EL NIYAR	5870	5342	528	2136.8	0.4	1,600.00	3,418.88	2005	
EL NIYAR	5050	4373	677	4110.62	0.94	1,700.00	6,988.05	2006	
EL NIYAR	4769	4769	0	6176	1.3	2,650.00	16,366.40	2007	
EL NIYAR	5030	5030	0	4275.5	0.85	2,850.00	12,185.18	2008	
EL NIYAR	6004.5	5709.5	295	2740.56	0.48	2,800.00	7,673.57	2009	
EL NIYAR	6773	6773	0	4402.45	0.65	3,000.00	13,207.35	2010	
EL NIYAR	6,210.00	6,210.00	0	1,304.10	0.21	3,900.00	5,085.99	2011	
UJACORI	2600	2239	361	4030	1.8	1,900.00	7,657.00	2003	
UJACORI	2575	2575	0	4892.5	1.9	1,550.00	7,583.38	2004	
UJACORI	820	820	0	1230	1.5	2,000.00	2,460.00	2005	
UJACORI	1950	1950	0	2535	1.3	1,950.00	4,943.25	2006	
UJACORI	2000	2000	0	3400	1.7	2,300.00	7,820.00	2007	
UJACORI	1700	1700	0	3400	2	2,800.00	9,520.00	2008	
UJACORI	1900	0	1900	0	0	0.00	0.00	2009	
UJACORI	1503.5	1503.5	0	3007	2	2,500.00	7,517.00	2010	
UJACORI	3,660.00	3,660.00	0	3,320.00	2	1,725.00	5,727.00	2011	
UTUN DEL RIO	2300	2300	0	10516	4.62	1,500.00	15,924.00	2003	
UTUN DEL RIO	2324	2324	0	11745	5.05	1,450.00	17,030.25	2004	
UTUN DEL RIO	2300	2255.5	44.5	4317.45	1.91	1,350.00	5,828.56	2005	

RIÁN DEL RIO	1000	1000	0	6000	6	2,477.50	14,865.00	2006
RIÁN DEL RIO	2300	2300	0	13300	5.78	2,585.00	34,380.50	2007
RIÁN DEL RIO	1950	1950	0	10328	5.3	2,586.35	26,711.80	2008
RIÁN DEL RIO	1990	1990	0	10700	5.38	2,811.68	30,085.00	2009
RIÁN DEL RIO	1659	1624	35	8515.26	5.24	3,433.10	29,233.71	2010
RIÁN DEL RIO	1,634.00	1,634.00	0	8,120.92	4.97	4,764.36	38,690.95	2011
IAA	3200	3200	0	12214	3.82	1,500.00	18,321.00	2003
IAA	3234	3234	0	13011	4.02	1,450.00	18,865.95	2004
IAA	3260	3159	101	4786.5	1.52	1,350.00	6,461.78	2005
IAA	1030	1030	0	5170	5.02	2,486.52	12,907.00	2006
IAA	3170	3170	0	16569	5.23	2,585.00	42,830.86	2007
IAA	2270	2270	0	12390	5.46	2,594.14	32,141.40	2008
IAA	2481	2481	0	11878.4	4.79	2,818.01	33,473.44	2009
IAA	2457	2457	0	11561.06	4.7	3,472.21	40,142.41	2010
IAA	2,408.00	2,103.00	305	8,444.40	4.02	4,605.62	38,891.73	2011
LA ESCA	2804.75	2804.75	0	10179.63	3.7	1,500.00	15,569.44	2003
LA ESCA	3399.25	3399.25	0	13581.4	4	1,450.00	19,693.03	2004
LA ESCA	4572.5	3468.5	1104	4950.6	1.43	1,450.00	7,178.37	2005
LA ESCA	4845	4845	0	19893	4.11	1,977.05	39,329.50	2006
LA ESCA	4732.55	4732.55	0	21805.1	4.61	2,443.04	53,270.75	2007
LA ESCA	4627	4627	0	22223.6	4.8	2,646.78	58,821.04	2008
LA ESCA	4718	4718	0	23672.8	5.02	2,758.16	65,793.40	2009
LA ESCA	4158	4158	0	20308.08	4.88	3,482.52	70,723.28	2010
LA ESCA	4,145.00	4,145.00	0	18,125.90	4.37	4,659.75	84,415.54	2011
ROMORADA	703	703	0	583.49	0.83	1,500.00	875.24	2003
ROMORADA	300	300	0	364	1.21	2,000.00	728.00	2004
ROMORADA	476	476	0	433	0.91	1,500.00	649.80	2005
ROMORADA	420	420	0	1074	2.56	2,000.00	2,148.00	2006
ROMORADA	430	430	0	1720	4	2,500.00	4,300.00	2007
ROMORADA	380	380	0	1330	3.5	2,800.00	3,724.00	2008
ROMORADA	380	380	0	1710	4.5	2,850.00	4,873.50	2009
ROMORADA	380	380	0	1406	3.7	2,850.00	4,007.10	2010
ROMORADA	400	330	70	1,155.00	3.5	4,500.00	5,197.50	2011
RU	1189	1189	0	476	0.4	1,500.00	714.00	2003
RU	1340	1340	0	670	0.5	2,000.00	1,340.00	2004
RU	1360	1360	0	680	0.5	1,500.00	1,020.00	2005
RU	1550	1550	0	3690	2.38	3,500.00	12,915.00	2006
RU	1500	1500	0	3750	2.5	2,500.00	9,375.00	2007

RIZ									
	1200	1200	0	3600		3	2.800.00	10.080.00	2008
RIZ									
	1175	1175	0	4700		4	2.810.00	13.207.00	2009
RIZ									
	1175	1175	0	4112.5		3.5	2.810.00	11.556.12	2010
RIZ									
	1.090.00	1.090.00	0	2.725.00		2.5	4.500.00	12.262.50	2011
SAN BLAS	302	302	0	755		2.5	1.350.00	1.019.25	2003
SAN BLAS	890	890	0	2029.2		2.28	1.650.00	3.348.18	2004
SAN BLAS	720	720	0	1512		2.1	1.600.00	2.419.20	2005
SAN BLAS	650	650	0	975		1.5	1.700.00	1.657.50	2006
SAN BLAS	1018	1018	0	2341.4		2.3	2.650.00	6.204.71	2007
SAN BLAS	1280	1280	0	2854.4		2.23	2.850.00	8.135.04	2008
SAN BLAS	1350	1350	0	2632.5		1.95	2.800.00	7.371.00	2009
SAN BLAS	1238	1185.5	52.5	1387.03		1.17	3.000.00	4.161.09	2010
SAN BLAS	472	472	0	590		1.25	4.200.00	2.478.00	2011
SAN PEDRO LA UNILLAS	3348	3348	0	14103.8		4.81	1.650.00	26.571.27	2003
SAN PEDRO LA UNILLAS	3348	3348	0	15066		4.5	1.650.00	24.858.90	2004
SAN PEDRO LA UNILLAS	4600	4600	0	20700		4.5	1.350.00	27.945.00	2005
SAN PEDRO LA UNILLAS	4460	4460	0	24530		5.5	2.600.00	63.778.00	2006
SAN PEDRO LA UNILLAS	4860	4860	0	21870		4.5	2.580.00	56.424.60	2007
SAN PEDRO LA UNILLAS	4200	4200	0	16957.46		4.04	3.000.00	50.872.38	2008
SAN PEDRO LA UNILLAS	4260	4260	0	27674.8		6.5	3.700.00	74.721.96	2009
SAN PEDRO LA UNILLAS	4017	3941	76	20138.51		5.11	2.350.00	47.325.50	2010
SAN PEDRO LA UNILLAS	4.189.00	4.189.00	0	24.128.64		5.76	3.775.00	91.085.62	2011
SANTA MARIA DE ORO	4416	4416	0	23845.6		5.4	1.500.00	35.768.40	2003
SANTA MARIA DE ORO	3791	3791	0	28202.5		7.44	1.460.60	41.192.62	2004
SANTA MARIA DE ORO	3585.5	2992	593.5	8646.8		2.89	1.450.00	12.537.86	2005
SANTA MARIA DE ORO	3868.25	3868.25	0	17116.1		4.42	2.623.19	44.898.75	2006
SANTA MARIA DE ORO	4744.75	4744.75	0	23694.01		4.99	2.558.40	60.618.84	2007
SANTA MARIA	4594.3	4594.3	0	24118.36		5.25	2.597.91	62.536.74	2008

EL ORO									
SANTA MARÍA EL ORO	4590	4590	0	24042	5.24	2,760.49	66,367.80	2009	
SANTA MARÍA EL ORO	1858	1853	5	9358.6	5.05	3,411.65	31,928.30	2010	
SANTA MARÍA EL ORO	1,845.00	1,845.00	0	8,793.80	4.77	4,703.50	41,361.60	2011	
SANTIAGO DE QUINTLA	365	314	51	471	1.5	1,500.00	706.50	2003	
SANTIAGO DE QUINTLA	681	673	8	1682.5	2.5	1,500.00	2,523.75	2004	
SANTIAGO DE QUINTLA	391	391	0	1480	3.78	2,000.00	2,960.00	2005	
SANTIAGO DE QUINTLA	860	680	180	1700	2.5	2,000.00	3,400.00	2006	
SANTIAGO DE QUINTLA	431	431	0	1724	4	3,000.00	5,172.00	2007	
SANTIAGO DE QUINTLA	251	226	25	791	3.5	2,800.00	2,214.80	2008	
SANTIAGO DE QUINTLA	200	200	0	800	4	2,800.00	2,240.00	2009	
SANTIAGO DE QUINTLA	200	200	0	860	4.3	2,800.00	2,408.00	2010	
SANTIAGO DE QUINTLA	320	295.5	24.5	1,034.25	3.5	4,500.00	4,654.12	2011	
TECUALA	10	0	10	0	0	0.00	0.00	2003	
TECUALA	10	10	0	20	2	1,550.00	31.00	2004	
TECUALA	15	15	0	45	3	2,000.00	90.00	2005	
TECUALA	15	15	0	30	2	2,000.00	60.00	2006	
TECUALA	144	144	0	315.5	2.19	2,561.49	808.15	2007	
TECUALA	200	0	200	0	0	0.00	0.00	2009	
TECUALA	18	18	0	36	2	2,500.00	90.00	2010	
TECUALA	27	27	0	59.4	2.2	2,300.00	136.62	2011	
TEPIC	2518	2518	0	7050.4	2.8	1,350.00	9,518.04	2003	
TEPIC	2115	2115	0	5927	2.8	1,600.00	9,475.20	2004	
TEPIC	1855	1855	0	3710	2	1,600.00	5,936.00	2005	
TEPIC	1440	1440	0	3744	2.6	1,700.00	6,364.80	2006	
TEPIC	1860	1860	0	5208	2.8	2,650.00	13,801.20	2007	
TEPIC	1930	1930	0	4632	2.4	2,850.00	13,201.20	2008	
TEPIC	2050	2050	0	5330	2.6	2,800.00	14,924.00	2009	
TEPIC	1907	1894.5	12.5	5115.15	2.7	3,000.00	15,345.45	2010	
TEPIC	1,750.00	1,750.00	0	5,425.00	3.1	3,900.00	21,157.50	2011	
TEPAN	16	8	8	16	2	1,500.00	24.00	2003	
TEPAN	16	16	0	40	2.5	2,000.00	80.00	2004	

TUXPAN	23	23	0	35	1.57	1,500.00	53.50	2005
TUXPAN	20	20	0	50	2.5	2,000.00	100.00	2006
TUXPAN	8	8	0	24	3	2,500.00	60.00	2007
TUXPAN	15	15	0	45	3	2,800.00	126.00	2008
TUXPAN	15	15	0	46.5	3.1	2,850.00	132.52	2009
TUXPAN	15	15	0	54	3.6	2,850.00	153.90	2010
XALISCO	1004	1004	0	2710.8	2.7	1,350.00	3,659.58	2003
XALISCO	825	825	0	2392.5	2.9	1,600.00	3,828.00	2004
XALISCO	865	865	0	1557	1.8	1,700.00	2,646.90	2005
XALISCO	640	640	0	1344	2.1	1,700.00	2,284.80	2006
XALISCO	887	887	0	2128.8	2.4	2,650.00	5,641.32	2007
XALISCO	980	980	0	2450	2.5	2,850.00	6,982.50	2008
XALISCO	1030	1030	0	2678	2.6	2,800.00	7,498.40	2009
XALISCO	987	987	0	2664.9	2.7	3,000.00	7,994.70	2010
XALISCO	905	905	0	2,805.50	3.1	3,900.00	10,941.45	2011