

# **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL**

**Centro Público de Investigación CONACYT**

## **PROPUESTA METODOLÓGICA DE DIAGNÓSTICO DE AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA A NIVEL REGIONAL DE CHIAPAS: CASO DE ESTUDIO, REGIÓN “DE LOS BOSQUES”**

### **PROYECTO FINAL**

Presenta:

Hernández Orta Juan Carlos  
Mejía Zuluaga Paola Andrea  
Sánchez Sánchez Ricardo Christopher

Asesor.

**Mtro. Luis Castellanos Fajardo**

Ciudad de México, septiembre 11  
México

## TABLA DE CONTENIDO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
OBJETIVO.....	III
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
JUSTIFICACIÓN .....	2
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
MODELO DE CONOCIMIENTO.....	8
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
DETERMINACIÓN REGIÓN DE ESTUDIO.....	11
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	16
<b>ANÁLISIS DE LA DINÁMICA INTERNA EN LA REGIÓN “DE LOS BOSQUES” .</b>	<b>21</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO ESPACIAL.....</b>	<b>30</b>
ANÁLISIS DE LOS MODELOS .....	31
IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....	35
ERRORES ECONÓMICOS .....	36
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>TRABAJOS A FUTURO .....</b>	<b>41</b>
BIBLIOGRAFÍA.....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abstracción de la Realidad.....	8
Figura 2. Variables - Modelo de Conocimiento .....	9
Figura 3. Modelo Cartográfico .....	10
Figura 4. Criterios de Evaluación .....	12
Figura 5. Prueba de Correlación .....	16
Figura 6. Peso por Criterio .....	18
Figura 7. Grado de Vulnerabilidad de cada criterio .....	19
Figura 8. Escala de regiones con mayor vulnerabilidad - Autosuficiencia Alimentaria .....	20
Figura 9. Gráfico radial - Índice de Resiliencia, 2010 .....	24
Figura 10. Gráficos radiales - Índices de Resiliencia Municipal, 2010 .....	25
Figura 11. Índice Ingreso y acceso a alimentos Municipal, 2000 – 2017 .....	26
Figura 12. Índice Capacidad de Adaptación Municipal, 2000 - 2017 .....	26
Figura 13. Índice Bienes Adquiridos Municipal, 2000 - 2017.....	27
Figura 14. Índice Acceso a los Servicios Básicos Municipal, 2000 - 2017 .....	28
Figura 15. Índice de Resiliencia .....	28
Figura 16. Mapa errores significativos.....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables, fuente de datos.....	15
Tabla 2. Matriz de Comparación por Pares de Saaty.....	17
Tabla 3. Modelos Econométricos .....	32
Tabla 4. Errores del Modelo LAG, Municipal.....	38
Tabla 5. Prueba panel espacial.....	39

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tasa de Autosuficiencia.....	5
Ecuación 2. Normalización.....	17
Ecuación 3. Índice de Consistencia .....	18
Ecuación 4. Ecuación álgebra de mapas .....	18
Ecuación 5 . Panel econométrico espacial.....	30

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad, aunque se reconoce la importancia de la autosuficiencia alimentaria para combatir la problemática del hambre, no se ha generado la suficiente información a nivel local y regional que permita considerar a ésta de forma íntegra dentro de las políticas y programas pertinentes; es decir, no se ha establecido con certeza el grado de autosuficiencia existente, bajo el enfoque de la producción, la demanda y el valor energético de los alimentos; y la dinámica de interacción que existe dentro de cada región.

## **OBJETIVO**

Diagnosticar la situación de la autosuficiencia alimentaria del estado de Chiapas, bajo una primera aproximación en la dinámica interna de una región de interés.

### Objetivos Específicos

1. Determinar la región de mayor interés en términos de acceso a los alimentos, a partir de variables socioeconómicas.
2. Analizar la dinámica interna a nivel municipal dentro de la región, en el contexto de Resiliencia Alimentaria.
3. Establecer la relación espacial entre la Autosuficiencia Alimentaria y la Resiliencia.

## Capítulo 1.

# INTRODUCCIÓN

La problemática del acceso a los alimentos ha sido una de las principales preocupaciones a nivel mundial desde mediados del siglo pasado; en su último informe de monitoreo sobre la situación alimentaria del mundo, la FAO *et al.*, en el 2018 remarcó que, aunque durante la década pasada se observó una reducción importante en el número de personas que sufren de desnutrición a nivel mundial, recientemente se ha resurgido un incremento importante, problema que, conjuntado con la crisis ambiental moderna y el crecimiento poblacional, convierten a la problemática en una más grave a la que se ha vivido en épocas anteriores.

En México, el gobierno federal ha reconocido esta problemática como una prioridad nacional, impulsando programas como la Cruzada Nacional contra el Hambre que, desde 2013, se ha enfocado en los municipios con pobreza extrema para coordinar las acciones de múltiples dependencias gubernamentales (SEDESOL, 2018). Aún con esto, cifras oficiales indican que una gran proporción de la población aún enfrenta problemas de desnutrición y hambre, principalmente en los estados al sur del país, donde también existen problemas importantes en términos de pobreza, marginación y desarrollo económico (Gómez and Xantomila, 2018).

Siendo Chiapas uno de los estados con mayores problemas de acceso a los alimentos, teniendo a casi un tercio de su población en esta situación (SEDESOL, 2018), conjuntado con políticas recientes que han transferido la agricultura del estado de una enfocada a la alimentación a una cuya prioridad son los productos más atractivos económicamente, como el aceite de palma (Villafuerte-Solís, 2015), resulta importante buscar entender cómo funciona la problemática, cómo se relaciona con los cambios que se han presentado a lo largo de los años y desde dónde puede ser entendida para ser solucionada, todo esto dentro del contexto socioeconómico que caracteriza a su población.

Como tal, este trabajo pretende entender la problemática del acceso a los alimentos desde el marco de referencia ofrecido por dos estrategias derivadas del concepto de Seguridad Alimentaria: la Autosuficiencia Alimentaria, quien protagoniza este trabajo y será el referente de estudio para realizar el diagnóstico buscado, y la Resiliencia Alimentaria, quien ofrece las herramientas para ligar el concepto anterior con múltiples dimensiones del problema estudiado.

En el presente trabajo se observará, en primer lugar, un Marco de Referencia que permitirá entender con mayor detalle los conceptos mencionados en el párrafo anterior; posteriormente, se estudiará el Modelo Conceptual que permitirá enlazar estos conceptos e identificar las variables de utilidad en el caso de estudio, para proseguir con el estudio de la Metodología propuesta, observando en ésta, en función de los objetivos planteados, los resultados obtenidos y el análisis realizados en función de las características particulares de la región de estudio, para terminar con las Conclusiones del proyecto y propuestas de mejora para continuar este trabajo en un futuro.

## **JUSTIFICACIÓN**

Durante los últimos años, las políticas mexicanas parecen haberse alejado de la idea de Autosuficiencia Alimentaria. De acuerdo con datos de la FAO, el país importa cerca del 43% de todos sus alimentos, siendo el segundo país con más importaciones alimentarias en el mundo, justo después de Japón (Gómez and Xantomila, 2018). Múltiples autores han reconocido que la problemática del hambre se centra principalmente en los tres estados más pobres del país: Chiapas, Guerrero y Oaxaca (Villafuerte-Solís, 2015).

Villafuerte-Solís, adicionalmente recalca que en el caso de Chiapas, al buscar solucionar esta problemática en la cual, para 2010, se veía inmersa casi el 80% de la población, se impulsó un modelo de producción basado en la competitividad, que

derivó en la sustitución de áreas dedicadas a la producción de alimentos básicos para el fomento de cultivos comerciales, como lo son el piñón, el hule y la palma; esta súbita priorización del mercado provocó que los productores desplazaran los cultivos de autosuficiencia, disminuyendo así la superficie cultivada de maíz y frijol.

Por desgracia, esta estrategia no fue exitosa, pues la mayoría de los recursos utilizados terminaron en manos de quienes ya se encontraban inmersos en el mercado, en lugar de impulsar a aquellos que pretendían adentrarse a él; como consecuencia, los pequeños productores terminaron dependiendo de programas federales, como PROCAMPO, y al descubrir que la producción de maíz empezaba a disminuir, el gobierno estatal creó el programa “Maíz Solidario”, que pretendía dar un subsidio a aquellos productores que cultivasen maíz de autoconsumo, el cual, tampoco resultó ser exitoso pues, para 2012, Chiapas terminó importando 45,000 toneladas de maíz para abastecer el consumo estatal.

La problemática del hambre estatal se ve reforzada por la gran heterogeneidad existente, tanto en términos sociales como ambientales y económicos. Mientras que el municipio capital de Tuxtla Gutiérrez y sus alrededores poseen un bajo índice de marginación, lo contrario ocurre en los municipios cercanos a la zona fronteriza con Tabasco, principalmente en aquellos con elevaciones prominentes; además, mientras que la población indígena de la zona capitalina se caracteriza por ser de origen zoque, la de la zona fronteriza lo es de origen tzetal (SEDESOL, 2018).

Para tratar de abordar la problemática anterior, el gobierno estatal decidió clasificar sus municipios en *Regiones Económicas*, teniéndose en Chiapas un total de 15 regiones, cada una con características relativamente homogéneas que facilitan la toma de decisiones sobre cada uno de los municipios.

## Capítulo 2.

### MARCO TEÓRICO

El concepto de Seguridad Alimentaria ha sido definido recientemente como: *“una situación que existe cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a alimento suficiente, seguro y nutritivo que cumple con sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para una vida activa y saludable”* (FAO *et al.*, 2018).

La naturaleza multidisciplinaria de este concepto ha ocasionado que sea estudiado a través de cuatro dimensiones principales que, entre otras cosas, pretenden definir las bases a través de las cuales puede ser comprendido (FAO *et al.*, 2018):

- *Disponibilidad de Alimentos* – Referente a un adecuado suministro de alimentos de calidad, provenientes ya sea de producción doméstica, importaciones o ayudas internacionales.
- *Acceso a los Alimentos* – Pretende determinar la facilidad con la cual un suministro de alimentos de calidad puede ser accedido.
- *Estabilidad Alimentaria* – Abarca la idea de que las dos dimensiones anteriores puedan mantenerse aún ante la aparición de una crisis súbita o eventos cíclicos, ya sean naturales o antropogénicos.
- *Utilización de los Alimentos* – Especifica la forma en que el cuerpo utiliza los alimentos, desde el punto de vista fisiológico, fenómeno afectado tanto por factores externos, como la variedad y el tipo de alimentos consumidos, como internos, como la forma en que el cuerpo aprovecha los nutrientes.

La primera de estas dimensiones puede ser abarcada a través del concepto de Autosuficiencia Alimentaria, en términos de la disponibilidad derivada de la producción doméstica, y que puede ser definida de forma sencilla como: *“el grado en el cual un país es capaz de satisfacer su necesidades alimentarias a través de su propia producción doméstica”* (Thomson and Metz, 1998).



Otra forma más pragmática en que la definición anterior puede ser estructurada es como “*la producción doméstica de alimentos que es mayor o igual al 100% a la demanda efectiva interna de del país*” (Torres, 2003). El enfoque anterior permite interpretar el concepto de Autosuficiencia Alimentaria como la capacidad de producción doméstica de una región, la cual puede verse complementada a través del comercio que tiene con el exterior, ya sea para reforzar su propio consumo a través de importaciones, o para mercar con los excesos de alimentos en los que la región se ha especializado a través de exportaciones (Clapp, 2017).

El concepto de Autosuficiencia Alimentaria ha sido un factor clave en la definición de políticas de múltiples países alrededor del mundo; por ejemplo, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF) de Japón la utiliza como uno de sus indicadores claves, teniendo un valor fijo de la misma como meta a alcanzar en los planes de desarrollo nacionales (MAFF, 2017). Además, en países como India, políticas enfocadas al aumento de la producción de alimentos prioritarios a nivel nacional, como son los cereales, permitieron economizar la inversión enfocada a la adquisición de alimentos, así como reforzar la Seguridad Alimentaria en el país (Thomson and Metz, 1998).

Los ejemplos anteriores utilizan un conjunto de indicadores para determinar el grado de Autosuficiencia Alimentaria en el país; uno de los más significativos, utilizado para la definición de políticas nacionales en Japón, es la *Tasa de Autosuficiencia*, la cual puede ser calculada como el cociente entre la producción y el consumo doméstico, ya sea en unidades de producción (como toneladas) o energéticas (como kilocalorías), como se observa en la siguiente fórmula (MAFF, 2017):

$$Tasa\ de\ Autosuficiencia = \frac{Producción\ Doméstica\ [Ton\ o\ Kcal]}{Consumo\ Doméstico\ [Ton\ o\ Kcal]} \times 100$$

Ecuación 1. Tasa de Autosuficiencia

Aún con lo anterior, es importante recordar que una autosuficiencia total sería casi imposible en ciertas regiones; por ejemplo, en el caso de Hong Kong o Singapur,

ambas islas altamente urbanizadas con muy pocas regiones agrícolas, es imperante la existencia de importaciones para satisfacer las necesidades de la población. Como tal, debe entenderse que la utilidad, aplicación y comprensión de la Autosuficiencia Alimentaria depende completamente de factores tanto sociales como económicos y ambientales que definen a la región, y que imponen sobre ella diferentes limitaciones para alcanzar el concepto (Clapp, 2017).

Del análisis anterior, es posible inferir que el concepto de Autosuficiencia Alimentaria únicamente aborda una de las dimensiones de la Seguridad Alimentaria (Disponibilidad de Alimentos), lo cual puede generar limitaciones conceptuales al momento de buscar entender la complejidad del tema alimentario en una región; como tal, resulta útil complementar las herramientas de análisis proporcionadas por la Autosuficiencia Alimentaria a través de otros marcos conceptuales.

Uno de estos es el de la Resiliencia Alimentaria, la cual pretende entender a la Seguridad Alimentaria desde su segunda y tercera dimensión (Acceso a los Alimentos y Estabilidad Alimentaria), y que puede definirse como: *“Capacidad a través del tiempo de un sistema alimentario y sus unidades en múltiples niveles para proveer de alimento suficiente, apropiado y accesible a todos, ante la presencia de múltiples e imprevistas perturbaciones”* (Tendall *et al.*, 2015).

Otros autores refuerzan este concepto diciendo que *“Resiliencia no sólo se refiere a la capacidad de absorber estrés y perturbaciones [...], pero también su capacidad de auto-organización y aprendizaje entre los actores del sistema.”* (Jacobi, y otros, 2018). Por otra parte, también se defiende que el concepto de resiliencia puede ser aplicado a diversas escalas espaciales, desde un nivel nacional hasta algo tan local como el hogar, siendo importante considerar en cada uno de éstos las características alimentarias que mejor describan cada nivel (Seekell *et al.*, 2017). Otro concepto de resiliencia, se define como la *“Capacidad de una región para mantener cierto nivel de bienestar (seguridad de alimentos) por la resistencia a las perturbaciones”* (Alinovi, Mane and Romano, 2009). Esta última definición, hace referencia a la capacidad de un sistema de soportar alguna perturbación que pueda desestabilizar un sistema alimentario de una región.

Siendo un concepto multidisciplinario, al igual que el de Seguridad Alimentaria, también resulta importante segmentarlo en dimensiones características que permitan abarcar su entendimiento de forma más sencilla; una de las propuestas utilizadas a nivel regional es la presentada a continuación (Jacobi *et al.*, 2018): *Capacidad de Buffer* – Referente a la capacidad de un sistema y sus propiedades para resistir ante estrés y perturbaciones; considera factores como los bienes de sustentos disponibles para los actores del sistema, sean físicos, económicos, naturales o sociales, así como la diversidad de los bienes producidos por los mismos.

*Auto-Organización* – Considera el grado en que los actores del sistema alimentario son capaces de controlar los procesos que en él ocurren, así como la interacción entre éstos para que el sistema continúe funcionando; se basa en factores como la descentralización e independencia de sistemas más grandes, el grado de dependencia a recursos externos y la conectividad tanto con sus alrededores como con el propio sistema.

*Capacidad de Aprendizaje y Adaptación* – Pretende reflejar la capacidad de los actores del sistema para aprender del pasado, así como la habilidad para implementar este conocimiento para la previsión del futuro; considera factores como el grado de conocimiento a los riesgos, así como el uso de conocimientos locales. A primera instancia, podría parecer que los conceptos de Autosuficiencia Alimentaria y Resiliencia Alimentaria se encuentran separados entre sí; sin embargo, debido a que ambos pretenden responder a diferentes dimensiones de la Seguridad Alimentaria, pueden ser utilizados como complementos para responder a las problemáticas alimentarias de una región. Un ejemplo de esto se ve explícito en Reino Unido, país que en sus políticas alimentarias considera a la Autosuficiencia Alimentaria como indicador de la situación nacional, y utiliza a la Resiliencia como herramienta para la resolución de las problemáticas identificadas; en otras palabras, la Autosuficiencia es utilizada para encontrar los problemas que podrían solucionarse a través de la Resiliencia (ESRC, 2012).

Dentro de este trabajo, se busca utilizar ambos conceptos y aprovechar la complementariedad de ambos para entender con detalle las problemáticas alimentarias existentes en una región en particular, en este caso dentro del estado de

Chiapas; todo dentro de los límites conceptuales que ofrecen tanto la Autosuficiencia como la Resiliencia Alimentaria.

## MODELO DE CONOCIMIENTO

Actualmente y a lo largo de muchos años, el estado de Chiapas a nivel regional, ha presentado carencias por condiciones de acceso a los alimentos. Uno de estos déficits, se presenta en la falta de información local acerca de las condiciones reales en las que viven sus habitantes; es decir, no se cuenta con información certera acerca de la producción local /doméstica y el consumo de sus propios productos (Thomson and Metz, 1998). Otro aspecto que influye en la problemática es que existe una innegable necesidad de conocer la capacidad con que cuenta un hogar, zona o región para alcanzar un nivel alimenticio que pueda llegar a cubrir las necesidades básicas y finalmente se experimenta una falta de inclusión de los sistemas socioeconómicos en la dinámica alimentaria puestos que todos estos sistemas son complementarios, así como se expresa en la figura 1, donde cada una de las problemáticas y deficiencias expuestas anteriormente, confluyen e interactúan en torno al contexto de acceso a los alimentos de la población.

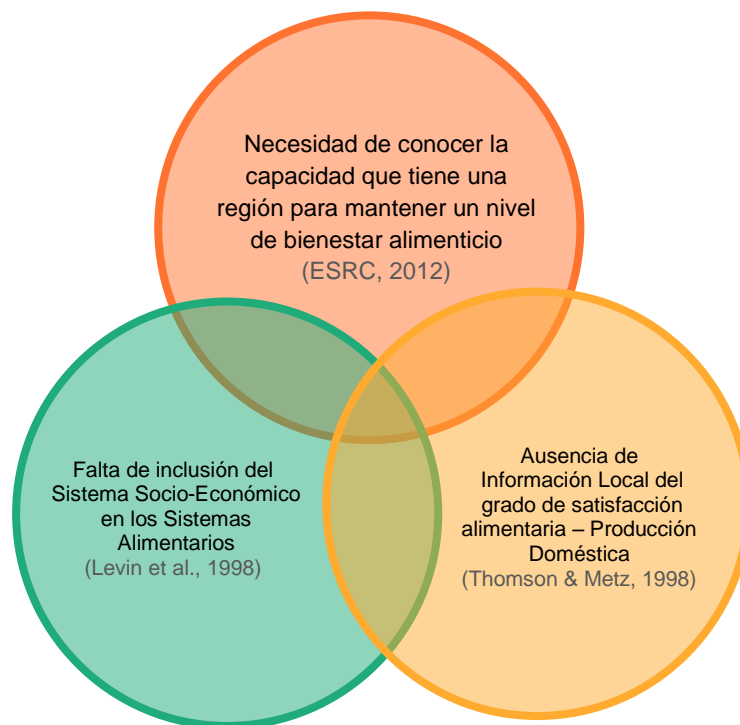


Figura 1. Abstracción de la Realidad

Bajo el contexto anterior, se identifican las siguientes entidades: Factores Socio-económicos, Resiliencia y Tasa de Autosuficiencia; con dichos pilares, es posible hacer un primer acercamiento a la realidad alimentaria de la región de estudio; a razón de ello, se identifican grupos de variables por cada pilar en torno a cuestiones social, económicas, alimentarias, entre otras (figura 2); la cuales ayudan a explicar la situación real que se vive en la zona, también ayudan a dimensionar la problemática a la que nos enfrentamos.

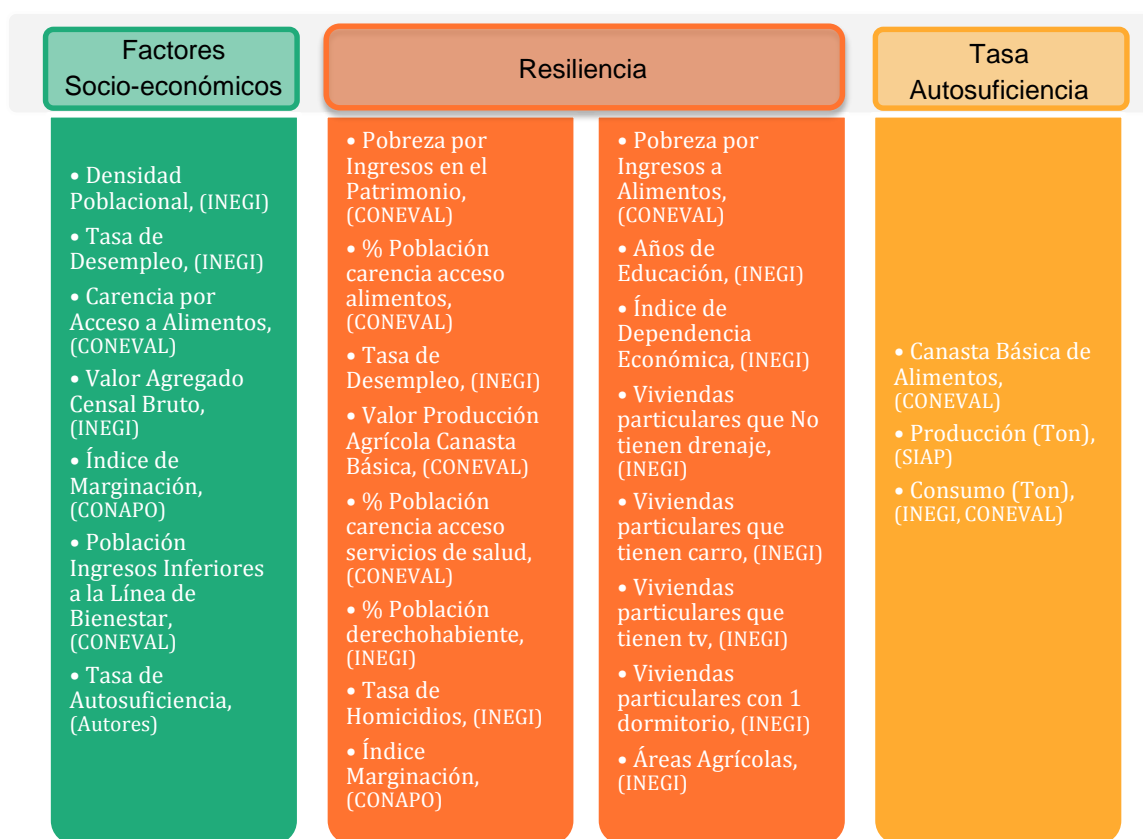


Figura 2. Variables - Modelo de Conocimiento

Por otra parte, se presenta el modelo cartográfico con el que se pretende analizar las variables que se extraen de la realidad en el Modelo de Conocimiento, utilizando como insumos de entrada, las bases de datos de la entidad de Factores socioeconómicos, resiliencia y tasa de autosuficiencia en un periodo comprendido entre el año 2000 y 2017, tomando como base el año 2010 por ser información primaria.

En los procesos se busca utilizar diferentes análisis como análisis multicriterio, análisis de componentes principales y panel espacial econométrico para determinar

el área de estudio, estudiar la dinámica interna de la región a nivel municipal y explicar la relación entre la tasa de autosuficiencia y la resiliencia, respectivamente (figura 3).

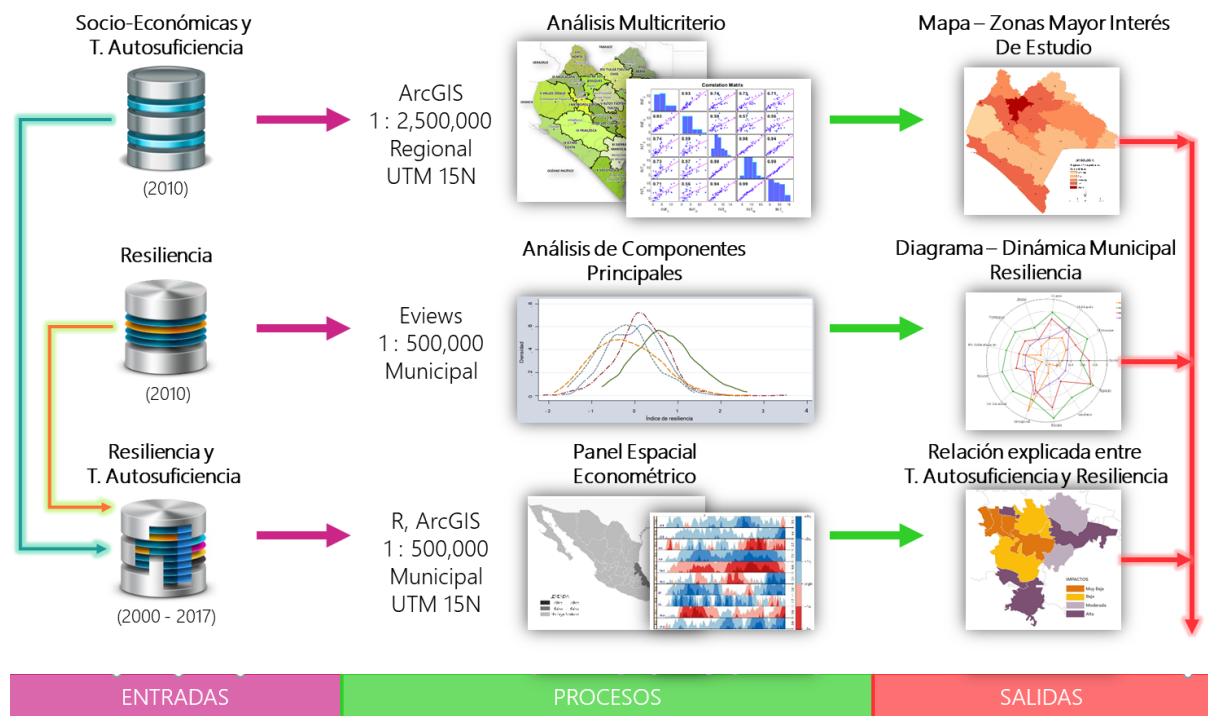


Figura 3. Modelo Cartográfico

## Capítulo 3.

# METODOLOGÍA

### DETERMINACIÓN REGIÓN DE ESTUDIO

Para identificar la región de estudio se utiliza el método de análisis multicriterio, el cual, se define como “el conjunto de procedimientos para el estudio de problemas complejos de decisión que involucran criterios no compensables y conflictivos sobre la bases en las cuales se evalúan las decisiones alternativas” (Malczewski, 1999). Este método tiene la ventaja de permitir analizar un conjunto de variables encaminadas hacia un objetivo, con la particularidad de estar sobre la base de un conflicto (Serrano and Vayá, 2002).

Dentro de la modelación multicriterio, es necesario tomar en cuenta el carácter subjetivo y relacionarlo de manera racional a la meta, por lo que se utiliza el proceso analítico jerárquico, el cual, es una técnica que permite la resolución de problemas multicriterio, multientorno y de multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, esta técnica considera al espacio como algo homogéneo, debido a esto se utiliza un análisis multicriterio espacial que considere al espacio como heterogéneo. Lo anterior se logra con la conjunción del álgebra de mapas en cada uno de los criterios de análisis de las regiones, esta se define como “una extensión del álgebra convencional a las operaciones en mapas [por ejemplo,  $\text{mapa de salida} = f(\text{mapa de entrada 1}, \text{mapa de entrada 2}, \text{mapa de entrada } n)]$ ”.

Chiapas es un estado multicultural, con gran biodiversidad ecosistémica y diferentes niveles socioeconómicos; es por ello, que la selección de zonas y/o regiones prioritarias de estudio se dificulta en la medida de la ausencia de un interés particular. Dadas estas circunstancias y la disponibilidad de información acerca de las regiones,

se plantean los criterios de evaluación, expuestos en la figura 4; estos criterios, reflejan indicadores principales más no totales de la condición del estado; no obstante, son suficientes para estimar las áreas de mayor interés para el proyecto de estudio.

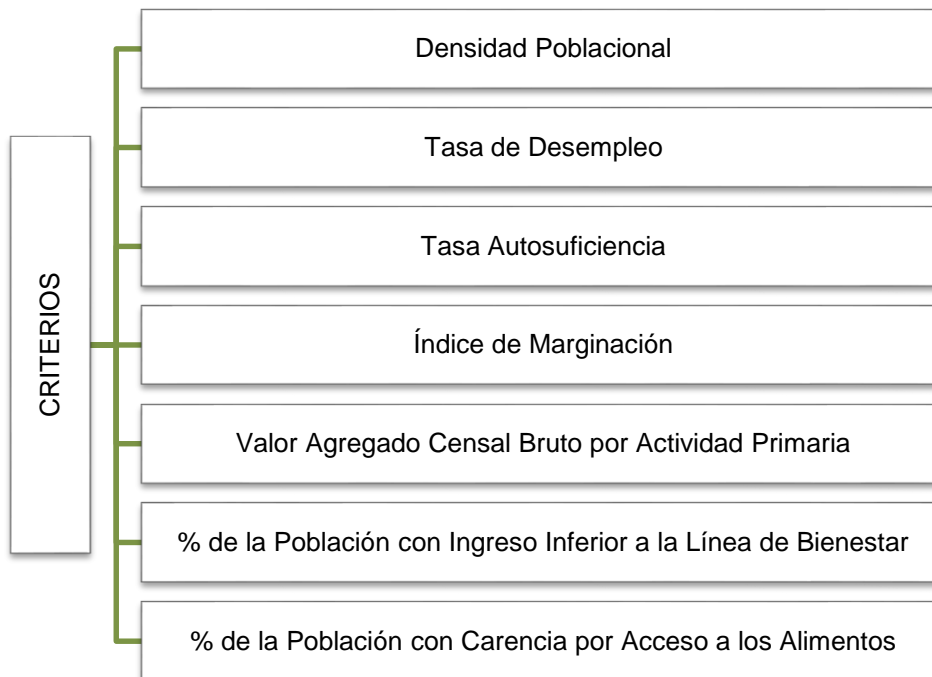


Figura 4. Criterios de Evaluación

En este caso, se parte de una decisión en condiciones de incertidumbre, definida por el método de análisis multicriterio, debido a que no se conoce con certeza una relación determinística que defina la influencia de las distintas variables de evaluación.

A continuación se presenta una descripción detallada de las variables tenidas en cuenta, y de la importancia y relación que existe con el objetivo de estudio:

- **Densidad Poblacional:** a lo largo del planeta, las naciones con un mayor número de personas viviendo en inseguridad alimentaria tienden a ser aquellas con una alta tasa de natalidad y rápido crecimiento poblacional. La relación entre la población y la problemática del hambre es innegable, pues un mayor número de personas implica mayor presión sobre los recursos naturales que le rodean y, por ende, mayores desafíos al momento de satisfacer sus



necesidades alimentarias (PAI, 2011); aunque resultaría imprudente permanecer con un enfoque meramente maltusiano sobre la relación entre la población y la alimentación, tampoco puede negarse que es una variable limitante sobre los desafíos que enfrenta cada región (IARAN, 2017), razón por la cual ha sido considerada dentro de este análisis.

- Tasa de Desempleo - como se ha discutido en el Marco Teórico, la naturaleza multidimensional de conceptos como Seguridad Alimentaria o Resiliencia Alimentaria se intersectan con un gran número de problemáticas sociales, económicas y ambientales; una de las más destacables es el desempleo, principalmente en los más jóvenes de la población (FAO, 2016). La falta de empleo reduce la posibilidad de un individuo para acceder a alimentos de calidad y, a su vez, el no acceder a alimentos de calidad desencadena problemas de desempleo.
- Tasa de Autosuficiencia: tal y como se planteó en el Marco Teórico, la autosuficiencia está contemplada dentro de la oferta alimenticia, la cual, es una de las estrategias de seguridad alimentaria (Martínez S., 2016), residiendo ahí su importancia. Uno de los indicadores de este concepto, más directos y sencillos de interpretar es la *Tasa de Autosuficiencia* utilizada por el gobierno de Japón (MAFF, 2017), misma que será utilizada dentro de este análisis.
- Índice de Marginación: según (Ramos P. *et al.*, 2007), existe una relación entre los patrones de consumo alimentario y el índice de marginación, por lo que el autor sugiere la inclusión de la dimensión alimentaria en el índice de marginación. Otros estudios sugieren una regionalización de los problemas del hambre, los cuales, se encuentran localizados en las regiones con mayor marginación social en México, tal es el caso de los Estados del sur del país como Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
- Valor agregado censal bruto por Actividad Primaria: según estudios de la FAO, los ingresos de las personas con alto grado de pobreza responden más al crecimiento agrícola que al no agrícola, debido a que en diversos países las

personas pobres suelen concentrarse en zonas rurales donde predominan los sectores económicos primarios. A su vez los ingresos son pieza importante en el acceso a los alimentos (FAO, 2012).

- Porcentaje de Población con Ingreso Inferior a la Línea de Bienestar: en Venezuela se realizó un estudio que tenía como objetivo determinar la relación entre el acceso a los alimentos y la pobreza medida en términos de la línea de ingreso y se obtuvo una correlación del 42%. Esto es un indicativo de la importancia del ingreso monetario en la seguridad alimentaria (Rodrigues C., 2015).

Por otra parte, el ingreso puede ser una medida potencial de la gente para poder adquirir alimentos adecuados para su desarrollo (García, 2018). Según datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), las personas sin carencia alimentaria perciben un sueldo mayor que las personas con carencia de alimentos.

- Porcentaje de población con carencia por acceso a los alimentos: Éste se trata de uno de los indicadores más relacionados con la vulnerabilidad estudiada en términos de hambre, pues representa de forma cuantitativa la segunda de las dimensiones de la Seguridad Alimentaria (*Acceso a los Alimentos*). Esto, por ende, le relaciona directamente con el concepto de Resiliencia Alimentaria; su significancia es tal, que es uno de los indicadores oficiales utilizados por el gobierno mexicano para medir el avance realizado hacia los *Objetivos de Desarrollo Sustentable* (INEGI, 2018).

Dentro del procedimiento realizado para la selección de la zona de estudio, teóricamente se propone como función, determinar la región con mayor vulnerabilidad, en términos socioeconómicos y de autosuficiencia. Para ejecutar la misma, se toman en cuenta las variables anteriormente expuestas ajustando espacialmente la distribución de los datos individuales a las regiones

socioeconómicas de Chiapas; en la tabla 1, se relacionan las variables, junto con la distribución matemática realizada y las fuentes oficiales de información.

VARIABLE	CÁLCULO DISTRIBUCIÓN ESPACIAL (REGIONES)	FUENTE/ PROYECTO	AÑO	DEPENDENCIA
Densidad Poblacional	$\frac{\sum Pob \times Región}{Área \text{ tot } región}$	Censo de Población y Vivienda	2010	INEGI
Tasa de Desempleo	$\frac{\sum Pob \text{ Desocup } \times Región}{Pob \text{ tot } región}$	Censo de Población y Vivienda	2010	INEGI
Porcentaje de la Población con Ingreso Inferior a la Línea de Bienestar	$\%PILB * Cnt \text{ Pob } \times Mun = Pob \text{ ILB}$ $\frac{\sum PILB \times región}{Pob \text{ tot } región}$	Pobreza a Nivel Municipal	2010	CONEVAL
Porcentaje de la Población con Carencia por Acceso a los Alimentos	$\%PCAA * Cnt \text{ Pob } \times Mun = Pob \text{ CAA}$ $\frac{\sum Pob \text{ CAA } \times región}{Pob \text{ tot } región}$	Pobreza a Nivel Municipal	2010	CONEVAL
Valor Agregado Censal Bruto por actividad primaria	$\frac{\sum VP \times región}{\sum VP \text{ tot } región}$	Censo Económico	2009	INEGI
Índice de Marginación	$IM \times Cnt \text{ Pob } \times Mun = Pob \text{ IM}$ $\frac{\sum Pob \text{ IM } \times región}{Pob \text{ tot } región}$	Índice de marginación por entidad y municipio	2010	CONAPO
Tasa autosuficiencia	$\frac{\sum Producción \times región}{\sum Consumo \times región}$	Módulo Agrícola Municipal del SIACON-NG	2010	SIAP
		Evolución de la Canasta Básica	2010	CONEVAL

Tabla 1. Variables, fuente de datos

## PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El primer paso consiste en analizar la correlación entre las variables, con la finalidad de descartar las que presenten un alto grado de redundancia y relaciones espurias. Este análisis se realiza a través del *Coefficiente de Correlación de Pearson*, calculado para cada uno de los pares de variables; para todos los casos, este coeficiente obtiene un valor absoluto menor a 0.8, lo que permite continuar con el resto del procesamiento, dado que, acorde con la bibliografía, un valor mayor indicaría una fuerte correlación entre las variables (Armitage and Berry, 1994) y, por ende, una posible redundancia en la información que puede extraerse de ellas.

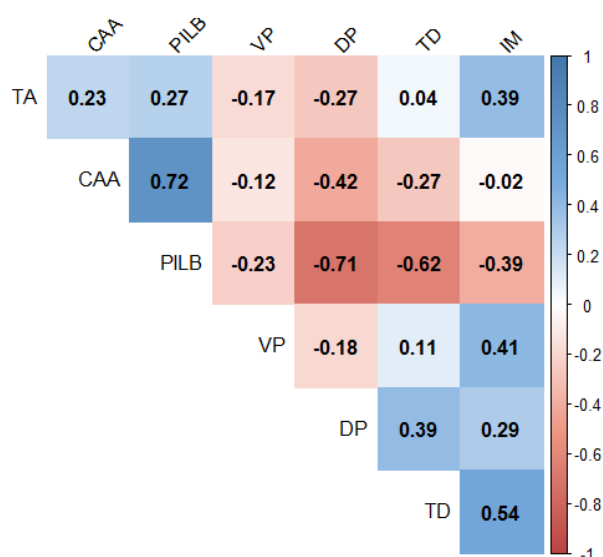


Figura 5. Prueba de Correlación

Posteriormente, bajo el *Método de Comparación por pares de Saaty*, se asigna un valor de juicio correspondiente a la *Escala Fundamental de Saaty* (valores cardinales); con esto, es posible determinar las asociaciones pertinentes que existen entre las variables y dar pesos a las variables según la importancia de las mismas. Los resultados de esta categorización, corresponden a razonamientos de preferencia.

Utilizando las siguientes siglas, se representan los datos analizados en este método:

- DP - Densidad Poblacional
- TD - Tasa Desempleo
- CAA - Carencia por acceso a alimentos

- VP - Valor agregado censal bruto Primario
- IM - Índice de Marginación
- PILB - Porcentaje de la Población con Ingreso Inferior a la Línea de Bienestar
- TA - Tasa de autosuficiencia

	DP	TD	CAA	VP	IM	PILB	TA
DP	1	1/5	1/9	1/3	1/7	1/3	1/9
TD		1	1/3	3	1	1	1/7
CAA			1	7	3	3	1/3
VP				1	1/3	1	1/5
IM					1	1	1/3
PILB						1	1/7
TA							1

Tabla 2. Matriz de Comparación por Pares de Saaty

En la tabla 2, se muestra la matriz de Saaty con la asignación de los valores de juicio, encaminados a la importancia o impacto que podrían tener estos en la vulnerabilidad de las regiones por autosuficiencia alimentaria. A continuación, se efectúa una normalización a suma uno de la matriz para obtener el autovector de los pesos de cada variable por medio de la ecuación 2 (se verifica que la suma de todos los pesos sea igual a 1).

$$V_{ij} = a_{ij} / \sum a_{ij}$$

Ecuación 2. Normalización

Donde,  $V_{ij}$  es el vector normalizado

$a_{ij}$  es la suma de cada columna

$\sum a_{ij}$  es la suma de todas las columnas

Con la definición de los pesos de cada criterio, es pertinente medir cuantitativamente los juicios de valor; para ello, se calcula el índice de consistencia, esto con el fin de garantizar un grado razonable de coherencia en términos de proporción (Saaty, 1990), con ayuda de la ecuación 3, se calcula un índice de consistencia de 0.06, el cual

ratifica que los pesos asignados son consistentes y adecuados para las variables expuestas, a razón de que el valor obtenido es menor a 0.1.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{7.36 - 7}{7 - 1} = 0.06$$

Ecuación 3. Índice de Consistencia

CRITERIO	PESOS
Densidad de población	0.024
Tasa de desempleo	0.094
Carencia por acceso a alimentos	0.239
Valor agregado censal bruto primario	0.054
Índice de marginación	0.114
Porcentaje de la Población con Ingreso Inferior a la Línea de Bienestar	0.072
Tasa de autosuficiencia	0.404

Figura 6. Peso por Criterio

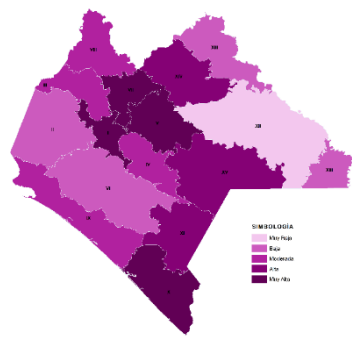
Finalmente, para integrar espacialmente los criterios de evaluación con sus respectivos pesos por medio del cálculo de álgebra de mapas, se realiza un pre procesamiento de la información geográfica, esto consiste en la normalización de cada capa raster, teniendo en cuenta la importancia de la distribución de los datos en el objetivo de estudio; en la figura 7, se muestran espacialmente los 7 criterios de selección, con escalas de color de mayor a menor vulnerabilidad.

$$f = (DP * 0.024) + (TD * 0.094) + (CAA * 0.239) + (VP * 0.054) + (IM * 0.114) + (PILB * 0.072) + (TA * 0.404)$$

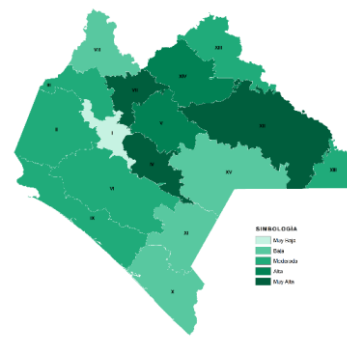
Ecuación 4. Ecuación álgebra de mapas

A continuación, con esta nueva información, se realiza la integración de las capas con sus respectivos pesos, por medio de la ecuación 4. El resultado es una forma de capturar la heterogeneidad del espacio, lo que conlleva a analizar cada variable con su respectivo espacio geográfico y su valor de juicio para obtener la región de mayor interés.

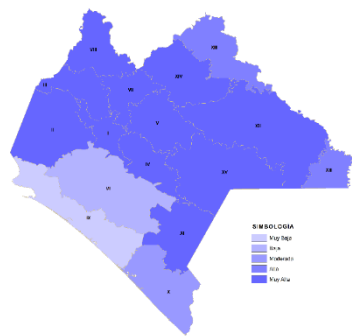
Densidad Poblacional



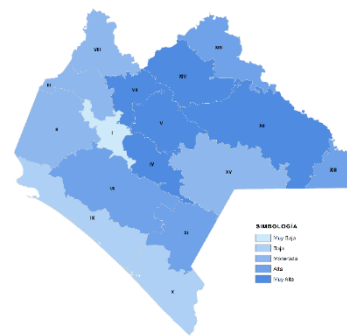
Carencia por Acceso a Alimentos



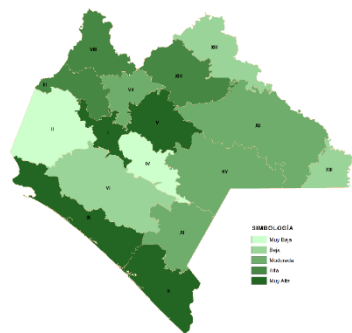
Valor agregado censal bruto Primario



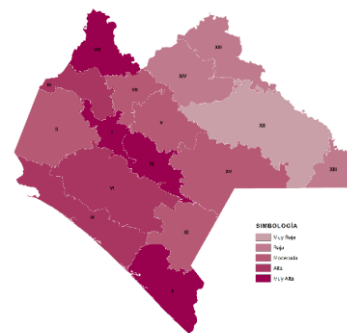
% Pob. Ingreso Inferior a la Línea Base



Tasa de Autosuficiencia



Tasa de Desempleo



Índice de Marginación

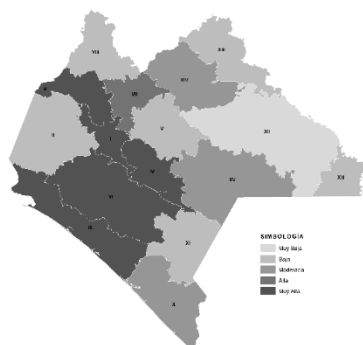


Figura 7. Grado de Vulnerabilidad de cada criterio

Como resultado, se obtiene que la región “De los Bosques” es la zona más susceptible a ser evaluada, debido a su alto grado de vulnerabilidad bajo criterios de carácter socioeconómicos.

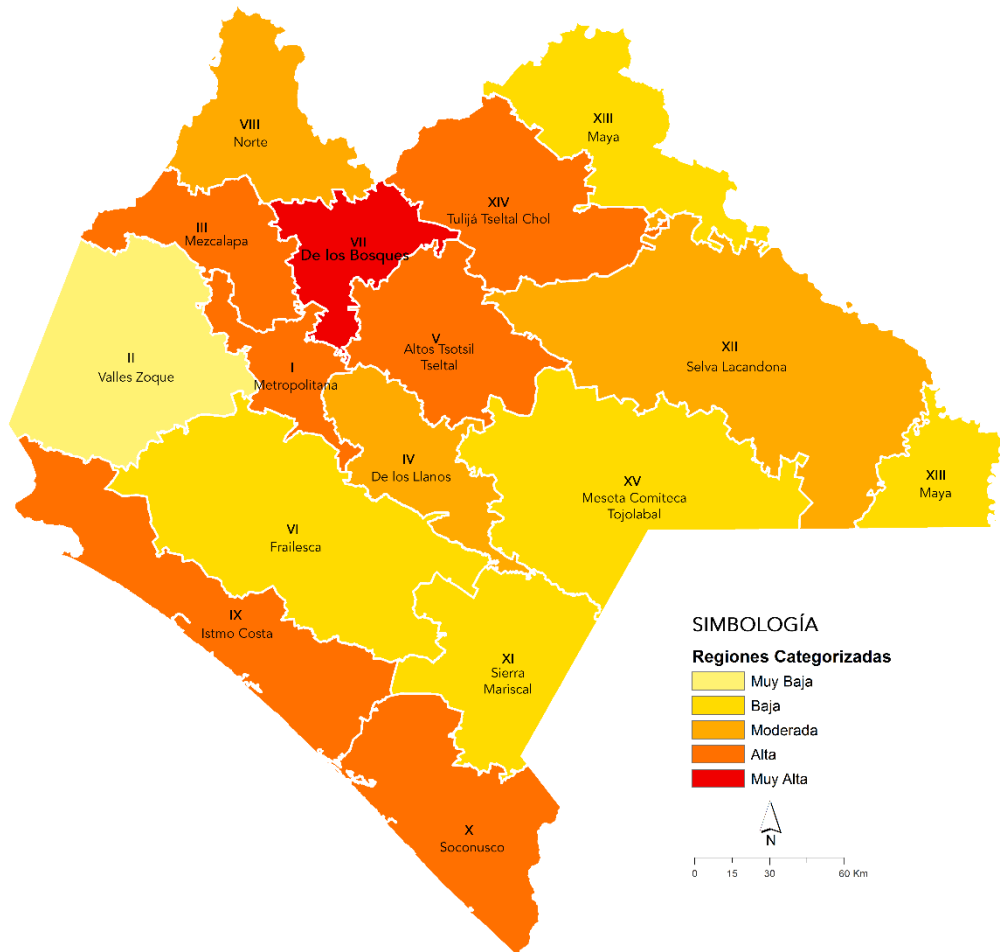


Figura 8. Escala de regiones con mayor vulnerabilidad - Autosuficiencia Alimentaria



## Capítulo 4.

# ANÁLISIS DE LA DINÁMICA INTERNA EN LA REGIÓN “DE LOS BOSQUES”

En este análisis se busca incorporar el marco de resiliencia alimentaria a partir de los componentes del mismo, los cuales, de acuerdo con lo propuesto por el Marco de Referencia (FAO, 2010), son:

- Ingresos y acceso a alimentos
- Acceso a servicios básicos
- Redes de seguridad social
- Bienes
- Capacidad de adaptación
- Estabilidad

Cada uno de los componentes anteriores, comprende una dimensión diferente de la Resiliencia Alimentaria y, a su vez, se compone de un conjunto de indicadores específicos. En términos del concepto de Autosuficiencia Alimentaria y los componentes que resultan más relevantes para éste, el análisis propuesto a nivel municipal utilizará lo siguiente:

- *Ingresos y acceso a los alimentos* - Este componente se relaciona directamente con el acceso a los alimentos de la región, en términos tanto económicos como dietéticos. Los indicadores que le describen son:
  - *Pobreza por Ingresos en el Patrimonio* - Obtenido directamente de la página de CONEVAL.
  - *Porcentaje de la Población con Carencia por Acceso a la Alimentación* - Derivado directamente de la información generada por CONEVAL.
  - *Tasa de desempleo* – Hace referencia a las personas dentro de la población económicamente activa que se encuentran desocupadas. Esta información se obtuvo de INEGI.

- *Valor de la producción agrícola de la Canasta básica* – Se refiere al valor obtenido que utilizan el valor del índice Nacional de Precios al consumidor de la canasta básica rural. Información obtenida de la página del CONEVAL.
- *Acceso a Servicios Básicos* - Aunque la provisión de servicios básicos queda fuera del control de muchos actores dentro de un sistema, es un factor clave para determinar la resiliencia del mismo al influir sobre otros componentes como, por ejemplo, la efectividad con la que es posible adquirir bienes. Los indicadores que se utilizarán son:
  - *Porcentaje de la población con carencia por acceso a los servicios de salud* – Información que forma parte de los indicadores de carencia social implementados por CONEVAL y expresados en porcentaje.
  - *Porcentaje de la Población Derechohabiente a Servicios de Salud* - Ya sea al IMSS, ISSSTE o el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Chiapas (ISSTECH), representa la población que tiene acceso a servicios de salud públicos.
  - *Tasa de homicidios por cada 10,000 habitantes* – información obtenida de INEGI, expresada en total de homicidios por municipio y convertidas en tasa de homicidios.
  - *Índice de Marginación Municipal* - Como referente del acceso a las oportunidades que tiene la población de interés, siendo de gran utilidad pues resume un gran número de indicadores del componente.
- *Capacidad de Adaptación* - Se refiere a la capacidad de los actores del sistema (personas que trabajan, empleados) para responder ante cualquier variación brusca dentro del sistema, en términos alimentarios. Sus indicadores son:
  - *Porcentaje del Gasto Diario en Alimentos per cápita* - Obtenido a partir del Ingreso Diario, y la parte de éste que queda destinado a la alimentación en función del precio de la Canasta Básica definida por CONEVAL para zonas rurales, en unidades de [MXN/día\*persona]

- *Años de Educación* - Permite tener una idea sobre el nivel de conocimientos manejados por la población de la región.
- *Índice de dependencia económica* - Se refiere a la proporción de la población que depende de las actividades económicas ejercidas por otro sector; en este caso, se calculará como el cociente de la población menor a 14 años y mayor a 65 entre la Población Económicamente Activa de cada uno de los municipios.
- *Bienes* - Se refiere a todo el capital perteneciente a los actores del sistema, y su disponibilidad como mecanismos de adaptación al momento de que sucede un cambio brusco en el sistema. En este caso, todos los indicadores respectivos pueden ser obtenidos a partir de información pública, y son:
  - Viviendas particulares que no disponen de drenaje
  - Viviendas particulares que disponen de coche
  - Viviendas particulares que disponen de televisión
  - Viviendas particulares con un dormitorio
  - Hectáreas de parcelas por municipio

Cada uno de los indicadores anteriores será utilizado para calcular el valor de cada componente asociado y, a partir de éste, determinar el valor de la Resiliencia Alimentaria, para cada uno de los municipios contenidos en la región. Para su obtención se efectuó la técnica de componentes principales mediante el uso del software E-VIEWS. Primeramente, se realizó el análisis para cada dimensión de los componentes del marco de la FAO. Posteriormente, este mismo análisis de componentes se realizó tomando como insumos los resultados de cada dimensión e incorporándolos en el índice global de resiliencia espacio- temporal en el periodo de años de 2000-2017.

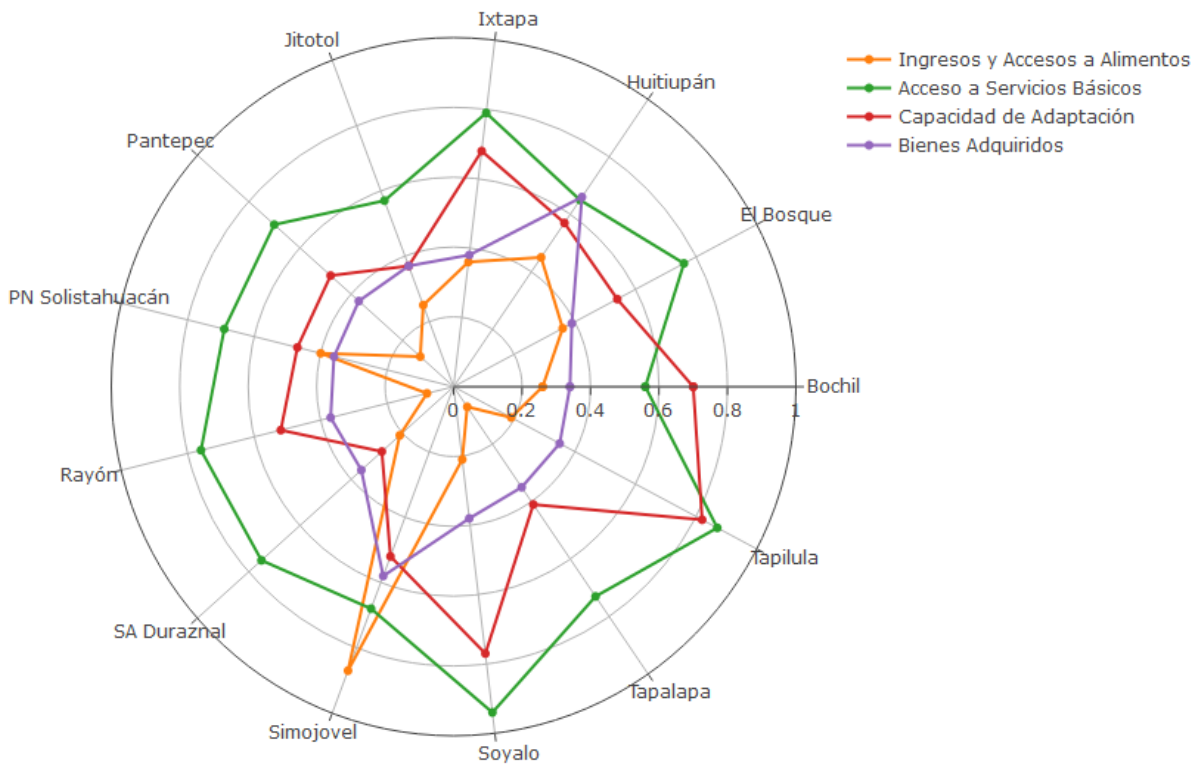
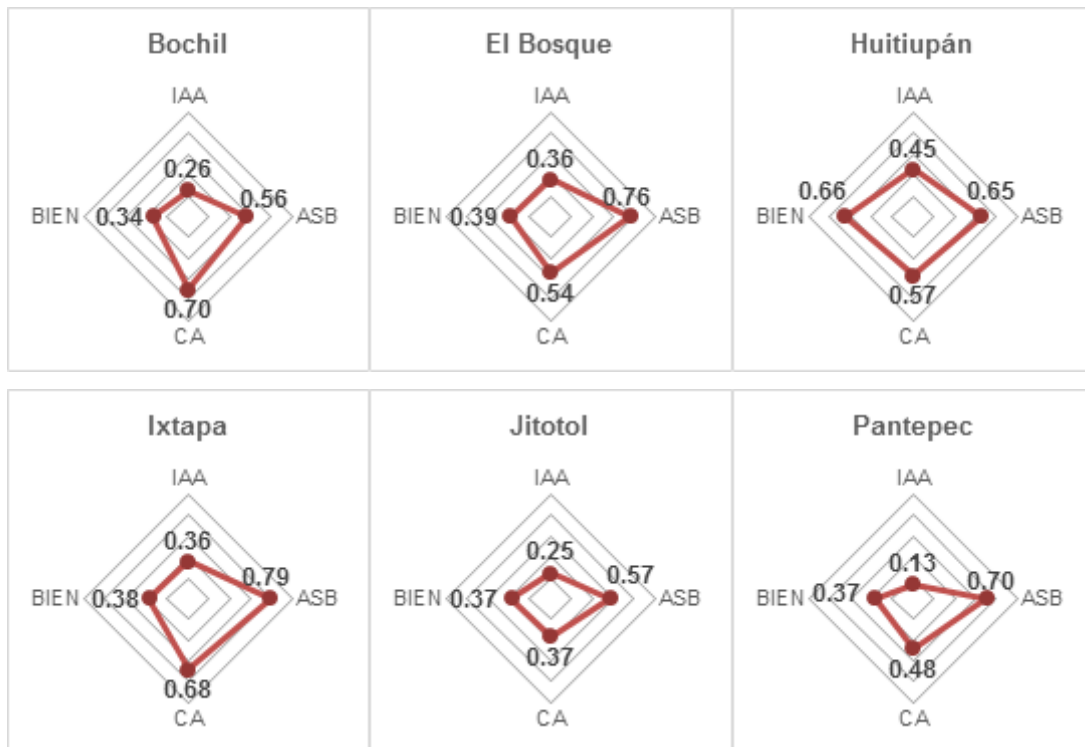


Figura 9. Gráfico radial - Índice de Resiliencia, 2010



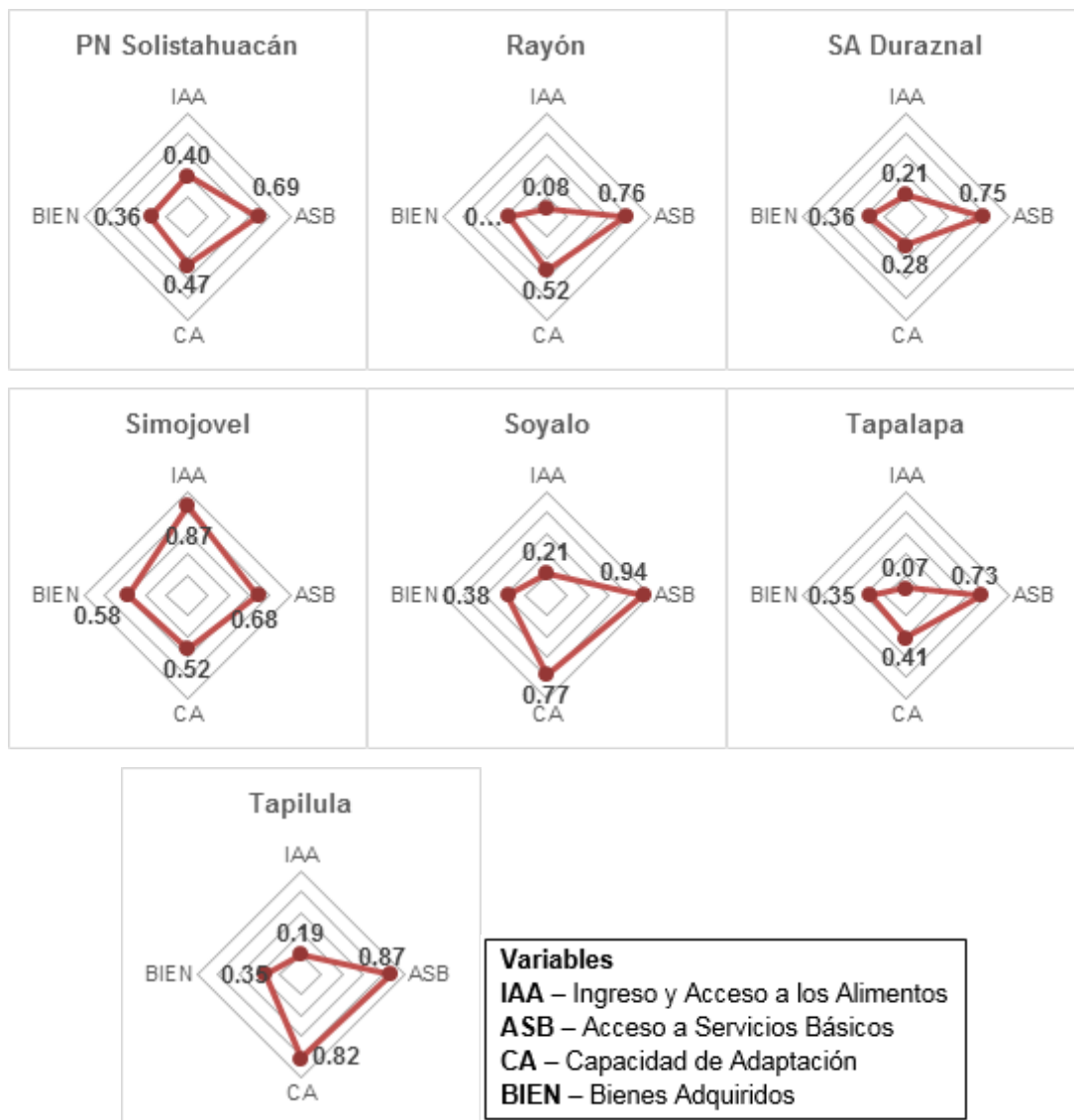


Figura 10. Gráficos radiales - Índices de Resiliencia Municipal, 2010

En los gráficos radiales mostrados en la siguiente página se muestran los resultados de cada componente del índice de resiliencia, estos componentes se muestran para el año de referencia (2010), se expresan en una escala de 0-1, para cada municipio de la región “De Los Bosques”. El componente de acceso a servicios básicos tiene los valores más altos en la región, en comparación con los demás componentes, esto nos indica que, en el año 2010, hubo mayor proporción de personas con acceso a servicios básicos y menor marginación.

En términos del índice de ingreso y acceso a alimentos (figura 10), los municipios de Tapalapa, Pantepec y Rayón presentaron valores bajos en todo el lapso temporal de

estudio, caso contrastante con el municipio de Simojovel que presenta valores altos e indica que es el municipio que en caso de alguna perturbación tendría mayor resistencia a ella. Es importante mencionar que los 3 municipios que presentan valores altos se localizan en la zona noreste de la región por lo que se puede pensar que hay una relación espacial implicada en sus bajos valores.

Los demás municipios tienen valores medios, lo cual, es indicativo de que tiene un comportamiento semejante entre sí.

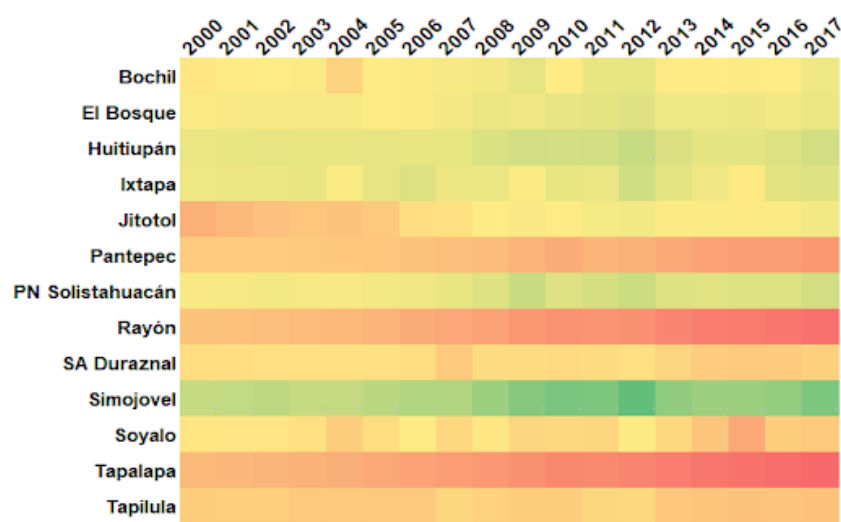


Figura 11. Índice Ingreso y acceso a alimentos Municipal, 2000 – 2017

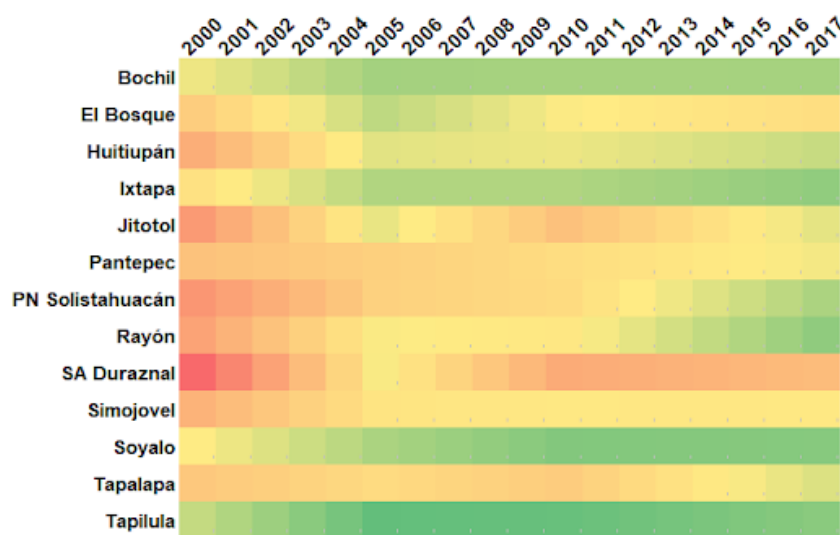


Figura 12. Índice Capacidad de Adaptación Municipal, 2000 - 2017

Respecto al Índice de Capacidad de Adaptación (figura 12), los resultados arrojan una distribución diferente en comparación a la dimensión anterior, particularmente, los municipios como Tapalapa y Rayón que mostraban valores deficientes, en esta nueva dimensión tuvieron valores más altos que indican mejorías en la capacidad de adaptación. Como peculiaridad, los valores negativos tienen valores constantes, es decir, no son cambiantes a lo largo de los años.

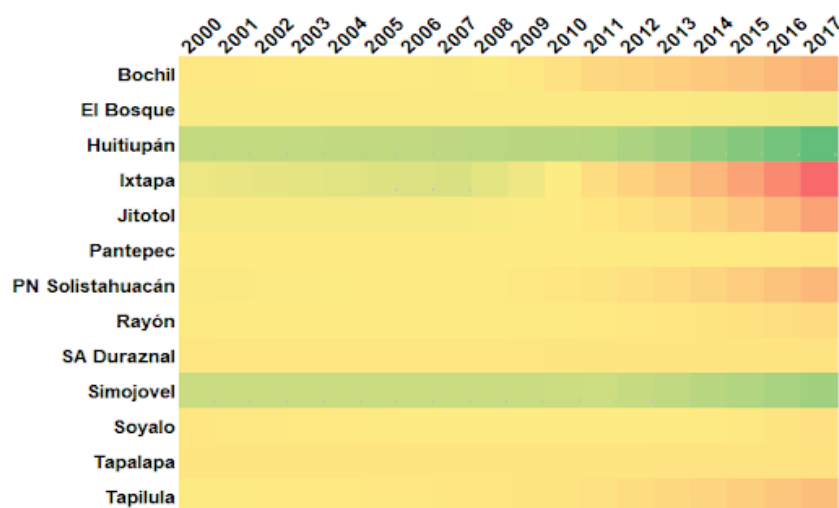


Figura 13. Índice Bienes Adquiridos Municipal, 2000 - 2017

En cuanto al índice de bienes adquiridos (figura 13), se observa que en el periodo de años estudiado, se tiene una tendencia de mantener los valores constantes en la mayoría de los municipios al no tener una amplia variación. Por otra, parte se observa que a nivel general no hay deficiencias en esta dimensión y sus valores son medios.

El último índice (figura 14. acceso a los Servicios Básicos) nos muestra que hay mucha heterogeneidad entre los municipios, al igual que en las primeras dimensiones. El municipio de Soyaló presenta los valores más altos de toda la región y se mantiene constantes a los largo del periodo de estudio. Un caso peculiar se presenta en los municipios de Bochil y Jitotol, que parten de condiciones desfavorables y van mejorando con respecto al tiempo, hasta alcanzar valores aceptables en proporción a los valores más altos de la región.

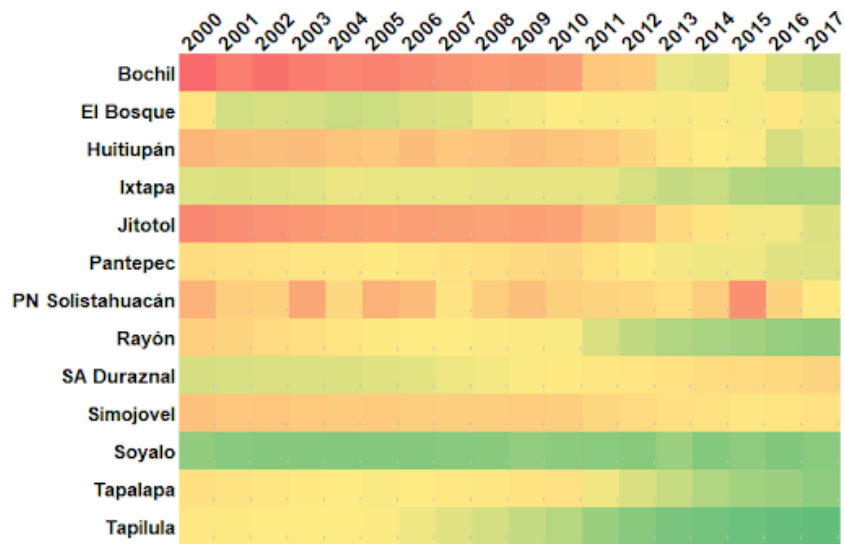


Figura 14. Índice Acceso a los Servicios Básicos Municipal, 2000 - 2017

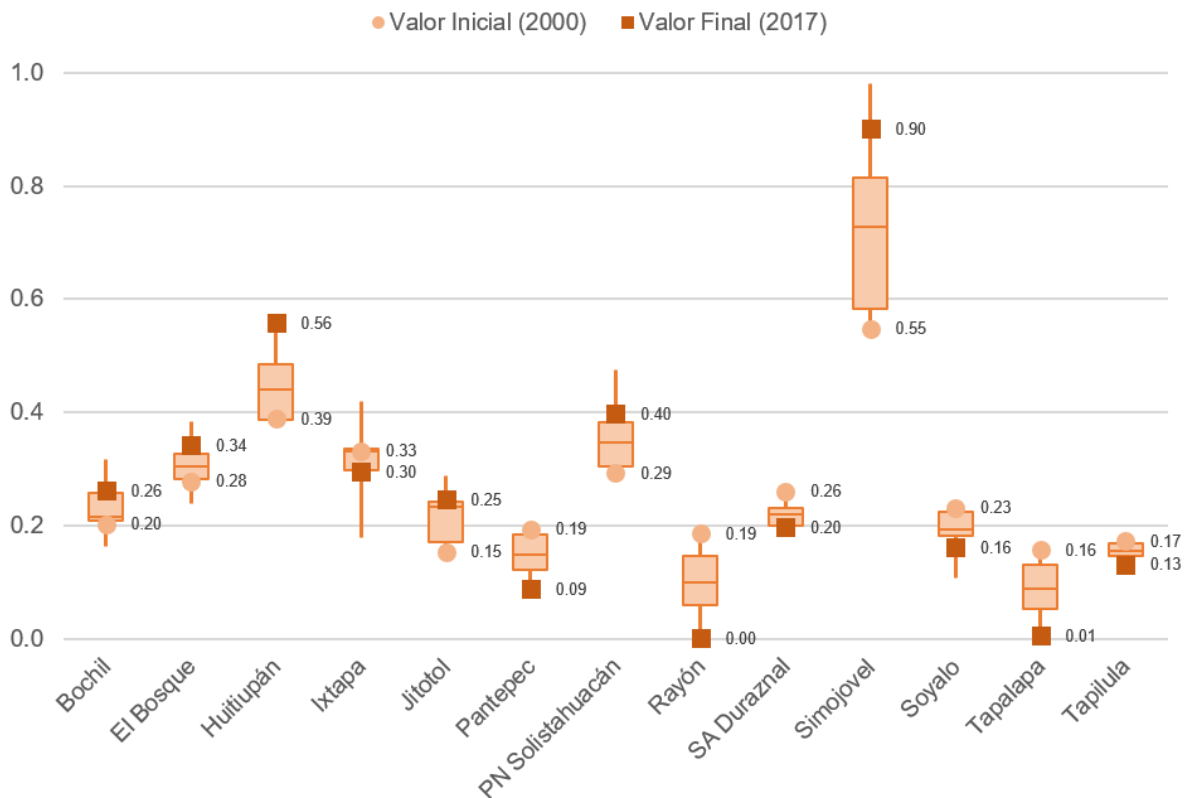


Figura 15. Índice de Resiliencia

La figura 15, permite visualizar de manera sintetizada la variación municipal del índice de resiliencia en el periodo 2000-2017. En términos de variación temporal, el municipio de Simojovel presenta los mayores cambios, en contraposición de Tapilula, el cual, su variación en la más baja. Para Simojovel, es un caso positivo ya que



aumento su resiliencia con respecto al año 2000, caso contrario a Tapilula, el cual, decreció del año de partida a su año final. Con respecto a los valores de resiliencia los municipios que cerraron con el peor índice de la zona fueron Rayón y Tapalapa, esto es un problema en términos temporales ya que su año de partida tuvo valores más altos y fueron decreciendo. El municipio que cerró con el valor más alto de resiliencia fue Simojovel, con esto podemos mencionar que con respecto al modelo, este municipio para el año 2017 presentaría menor probabilidad de sufrir problemas en términos alimentarios.

## Capítulo 5.

# ANÁLISIS ECONOMETRICO ESPACIAL

En este apartado tiene como objetivo determinar la relación existente entre los indicadores obtenidos en bloque anterior que midieron la resiliencia en términos alimentarios, con la tasa de autosuficiencia municipal. Los datos fueron estructurados en panel con un rango de años contemplado de 2000 a 2017, esto con la finalidad de hacer un análisis en un periodo de varios años. Dentro de las ventajas que presentan los datos de panel se encuentra que permite estudiar la dinámica de cambio de un fenómeno, toma en cuenta de manera explícita la heterogeneidad de una región y permite una mayor cantidad de datos informativos (Gujarati and Porter, 2009).

Para este análisis se realizó un modelo de regresión lineal, a partir de la siguiente ecuación que contempla cuatro variables explicativas y un coeficiente espacial:

$$TA = W\lambda TA + \beta_1 IAA + \beta_2 ASB + \beta_3 CA + \beta_4 BIEN$$

Ecuación 5 . Panel econométrico espacial

Donde la variable endógena es la Tasa de Autosuficiencia ( $TA$ ), calculada de la misma forma en la que fue utilizada en la Parte 1 de este proyecto (Análisis Multicriterio), presentándose como el porcentaje del consumo que es cubierto por la producción local; por otra parte, como variables exógenas o explicativas, se tienen los cuatro indicadores de Resiliencia Alimentaria calculados en la Parte 2 del proyecto (Componentes Principales), teniéndose el Ingreso y Acceso a los Alimentos ( $IAA$ ), el Acceso a los Servicios Básicos ( $ASB$ ), la Capacidad de Adaptación ( $CA$ ) y los Bienes Adquiridos ( $BIEN$ ) presentados en formas de índices, junto con sus respectivos coeficientes ( $\beta$ ) que son los que se pretenden calcular en este análisis, junto con su respectiva significancia.

Podrá notarse que en la ecuación también se considera una componente espacial, representada a través de la constante  $\lambda$ , que pretende cuantificar la influencia de la

Tasa de Autosuficiencia entre los municipios vecinos; esta última relación se registra a través de la Matriz de Pesos Espacial ( $W$ ), cuyo método de cálculo se explicará más adelante.

Debido a la gran heterogeneidad y evolución de condiciones que ha sufrido el estado de Chiapas desde inicios de este siglo, se optó por realizar un Análisis de Tipo Panel para obtener la regresión deseada, con la idea de contemplar toda la heterogeneidad de la región en el modelo generado (García H., 2009).

En términos de la Matriz de Pesos Espaciales, ésta se generó, en primer lugar, como una Matriz de Contigüidad Simple, donde únicamente se consideraban vecinos (y por ende, influyentes sobre el municipio de interés) a aquellos que se encontraran en las inmediaciones del municipio, esto es, aquellos que cumplieran con el criterio de Vecindad de Reina. Para acercar el modelo a la realidad, los pesos después se generaron en función del Tiempo de Viaje entre las Cabeceras Municipales de cada zona, asignándose la influencia de cada vecino según la rapidez en que es posible trasladarse a través de la Red de Carreteras entre Cabeceras; así, se tiene una Matriz de Contigüidad con pesos variables.

## **ANÁLISIS DE LOS MODELOS**

En términos de los resultados obtenidos, es posible notar que los coeficientes de las variables exógenas siguen un mismo patrón, sin importar el tipo de modelo espacial que se esté utilizando; para todos los casos, el Acceso a Servicios Básicos (ASB) y los Bienes Adquiridos (BIEN) poseen una relación directamente proporcional con la Tasa de Autosuficiencia, indicada por el signo positivo asociada a cada coeficiente, a su vez que el Ingreso y Acceso a los Alimentos (IAA) y la Capacidad de Adaptación (CA) poseen una relación inversamente proporcional, indicada por el signo negativo.

	LAG			Error	SARMA		
Ingreso y Acceso a los Alimentos (IAA)	-0.4758			-1.2518 **	-1.2691 **		
	(-1.22)			(-2.81)	(-2.82)		
Acceso a Servicios Básicos (ASB)	0.5996.			0.6075.	0.6063.		
	(1.86)			(1.92)	(1.92)		
Capacidad de Adaptación (CA)	-0.9543 ***			-1.0662 ***	-1.0514 ***		
	(-3.91)			(-3.49)	(-3.42)		
Bienes (BIEN)	2.3574			-0.1110	-0.2490		
	(1.32)			(-0.06)	(-0.14)		
$\lambda$	0.4521 ***				-0.0311		
	(1.32)				(-0.17)		
$\rho$				0.5086 ***	0.5308 ***		
				(9.75)	(4.13)		
	Directos	Indirectos	Totales		Directos	Indirectos	Totales
Ingreso y Acceso a los Alimentos (IAA)	-0.5240	-0.3443	-0.8683		-1.2695 **	0.0387	-1.2307 *
	(-1.21)	(-1.19)	(-1.21)		(-2.91)	(0.05)	(-2.52)
Acceso a Servicios Básicos (ASB)	0.6603 *	0.4340.	1.0943 *		0.6065.	-0.0185	0.5879.
	(2.00)	(1.85)	(1.97)		(1.90)	(-0.03)	(1.81)
Capacidad de Adaptación (CA)	-1.0510 ***	-0.6907 *	-1.7417 ***		-1.0517 ***	0.0321	-1.0196 **
	(-3.51)	(-2.85)	(-3.34)		(-3.40)	(0.02)	(-2.72)
Bienes (BIEN)	2.5963	1.7064	4.3027		-0.2490	0.0076	-0.2414
	(1.37)	(1.29)	(1.35)		(-0.17)	(-0.01)	(-0.17)

Tabla 3. Modelos Econométricos

En todos los casos, el índice de Capacidad de Adaptación es el que resulta más significativo para explicar la Tasa de Autosuficiencia, por lo que resulta pertinente realizar un análisis detallado sobre ésta. El modelo generado, en función de cómo fue construido el índice, sugiere que, cuando un municipio mejora su Capacidad de Adaptación, la Tasa de Autosuficiencia disminuirá como respuesta, fenómeno que se ve replicado al relacionar al municipio con sus vecinos, tal y como se detalla más adelante.

Esta relación puede ser extendida a las variables que fueron utilizadas para construir el índice. En primer lugar, es importante recordar que la Capacidad de Adaptación guarda una relación directamente proporcional con los Años de Educación, e inversamente proporcional con el Porcentaje de la Población en Pobreza por Ingresos en términos de Alimentación y el Índice de Dependencia Económica; como tal, el modelo sugiere que la Tasa de Autosuficiencia aumentará cuando la Población en la Pobreza descrita y el Índice de Dependencia Económica aumente, y disminuirá cuando los Años de Educación aumenten.

Algunas de las observaciones anteriores pueden ser confirmadas de forma cualitativa a través de otros procesos realizados a lo largo de este proyecto; por ejemplo, en la Parte I (Análisis Multicriterio), se observó que la Región I (Metropolitana) de Chiapas, donde se encuentra Tuxtla Gutiérrez, es la menor Índice de Dependencia Económica y mayor Años de Educación, al mismo tiempo de ser la de menor Tasa de Autosuficiencia.

Esta misma extensión de relaciones puede realizarse hacia el índice de Acceso a Servicios Básicos, quien guarda una relación directamente proporcional con la Tasa de Autosuficiencia; el índice, a su vez, guarda una relación directamente proporcional con el Porcentaje de Población Derechohabiente en el Municipio, y una inversamente proporcional con la Población en Carencia por Acceso de Servicios de Salud, el Número de Homicidios y el Índice de Marginación, relaciones que se mantienen con la Autosuficiencia.

Las observaciones anteriores también pueden ser verificadas; por ejemplo, al analizar la base de datos utilizada en la Parte II (Componentes Principales), se observará que Pueblo Nuevo Solistahuacán, el municipio con el mayor número de homicidios registrado, se encuentra con las peores Tasas de Autosuficiencia registradas para

todos los años, a su vez que Ixtapa y Soyaló, en los cuales no se registraron homicidios por largos periodos de tiempo, son los municipios con la mejor Tasa de Autosuficiencia.

Las observaciones anteriores permiten realizar una reflexión importante. En primera instancia, se esperaría que, debido a que ambas son estrategias que pretenden reforzar la Seguridad Alimentaria de un municipio, la Tasa de Autosuficiencia y la Resiliencia Alimentaria poseyeran una relación positiva, esto es, que una mejore cuando la otra lo hace, y ambas se retroalimenten para alcanzar el mismo objetivo; sin embargo, el modelo sugiere, al menos bajo las condiciones en que fue creado, que esto no es necesariamente cierto, y que no todas las dimensiones enfocadas a aumentar la Resiliencia Alimentaria generarán una mejora en la Autosuficiencia, sino al contrario, la disminuirán.

Esto se ve reflejado a través de la Capacidad de Adaptación; cuando ésta mejora, la Resiliencia Alimentaria del municipio mejorará, pero el modelo econométrico sugiere que, al mismo tiempo, la Tasa de Autosuficiencia empeorará. Como tal, puede concluirse que ambos conceptos se encuentran ligados, pero no necesariamente de forma positiva; no todo lo que abone a una abonará a la otra y, por ende, el adaptar estrategias asociadas a una implicará un sacrificio en el logro de la otra.

Las implicaciones de esta relación, y los beneficios o perjuicios que pueden traer a las estrategias alimentarias de un municipio, son difíciles de puntualizar. Como se ha mencionado anteriormente, el modelo ha sido construido considerando únicamente algunas de las dimensiones que caracterizan a la Resiliencia Alimentaria, en función de las características más importantes de la región, y como tal las observaciones realizadas únicamente pueden ser aplicables a los municipios estudiados. Aunque este trabajo se limita únicamente a mencionar la existencia de dicha relación, la aplicabilidad de ésta dependerá de la situación particular a nivel local de cada municipio.

Por último, la constante espacial  $\lambda$  indica que existe una relación espacial entre los municipios observados, al menos en términos de la Tasa de Autosuficiencia. En términos simples, puede afirmarse que, cuando un municipio aumenta su Autosuficiencia, sus vecinos también lo harán; el haber realizado un análisis de tipo

Panel implica que esta relación se ha mantenido a lo largo de los años, y la significancia de la constante en el modelo implica que es de gran importancia.

Por otra parte, la alta significancia de la constante  $\rho$  implica que la relación espacial mencionada en el párrafo anterior existe, pero que aún existen variables no consideradas en el modelo que la refuerzan. Lo anterior tiene sentido considerando no sólo la forma en que el modelo fue construido, sino también la naturaleza de la relación entre Autosuficiencia y Resiliencia descrita anteriormente; debido a que éstas no necesariamente abonan entre sí de forma positiva, se requiere de aún más variables, no necesariamente contempladas dentro del concepto de Resiliencia, para poder generar un modelo completamente ausente de errores. Aún con lo anterior, y en función de los objetivos del proyecto, puede asegurarse que el modelo de Panel de Efectos Fijos con Rezago Espacial es suficiente para explicar con certeza la relación existente entre la Tasa de Autosuficiencia, las dimensiones que describen a la Resiliencia Espacial y las relaciones espaciales entre los municipios de la Región de los Bosques.

## IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Para el modelo SARMA, que permite capturar la influencia tanto de los errores, como de las variables contempladas por el modelo en términos de influencia, no se obtuvieron impactos indirectos significativos, esto nos indica que los municipios no se ven afectados en términos de autosuficiencia por las variables exógenas de los vecinos de dichos municipios, ni por los errores no contemplados por el modelo. Por otra parte, los impactos directos tuvieron significancia estadística para el acceso a los alimentos y capacidad de adaptación de forma inversamente proporcional a la variable endógena, esto muestra la influencia que se ejercen los municipios para sí mismos en términos de estas componentes exógenas. Los impactos totales tuvieron significancia en las mismas componentes de los impactos directos ya que son contemplados en este indicador.

Para el modelo LAG, el cual, trabaja con los impactos de las variables exógenas contempladas por el modelo y no los ejercidos por los errores, se obtuvieron impactos indirectos significativos. Específicamente, la capacidad de adaptación tuvo

significancia al 5% lo que da pie a plantearse un resultado no obtenido por el azar. Debido a que la matriz espacial contemplada en el modelo se basa en el tiempo que se necesita para transportarse de los municipios vecinos al municipio de referencia, se puede mencionar que los municipios contiguos ejercen influencia en la capacidad de adaptación de manera inversamente proporcional a la tasa de autosuficiencia. Dicho de otra forma, si un municipio cambia su capacidad de adaptación de forma positiva, este cambio afectará con mayor proporción a la adaptación de los municipios vecinos que tengan menor tiempo de traslado a dicho municipio y esto originará que la tasa de autosuficiencia disminuya en los municipios vecinos.

En el caso de la variable acceso a servicios básicos, se tiene un grado de significancia en los impactos indirectos del 10%, por lo que no se puede proceder con una declaración de sus impactos en términos de autosuficiencia, debido a que no pasa el criterio estadístico menor al 5%, sin embargo, nos da una idea del peso que tuvo la variable en el cálculo de los impactos.

Los impactos directos del modelo LAG tuvieron significancia en acceso a servicios básico y en mayor grado la capacidad de adaptación. Esos nos indican que la capacidad de adaptación y el acceso a servicios básicos afectan de manera interna a los municipios por sí mismos con buena significancia.

## ERRORES ECONOMETRICOS

Los errores se sacaron a partir las Pruebas LAG y SARMA en cada municipio, estos errores nos indican que existieron factores no contemplados por el modelo y que influyeron en nuestra variable endógena (tasa de autosuficiencia). Estos errores hacen referencia a posibles perturbaciones que afectan la tendencia de resultados de la estimación de nuestros modelos.

El modelo LAG nos muestra 3 municipios con errores estadísticamente significativos, los cuales son: Pantepec, Rayón y Soyaló.

En el caso de Soyaló, cuyo índice fue de 0.6, hace referencia a que hubo un error dentro del modelo que ocasionó que su tasa de autosuficiencia fuera 0.6 unidades



mayor a la que tendría que tener con base en el modelo obtenido. En Rayón, pasa lo contrario al tener un valor de -0.6, el cual, indica que teóricamente su resultado fue menor que el esperado debido a alguna perturbación. En Pantepec, su resultado igualmente fue menor al esperado. Una cosa particular de los resultados es que los municipios se encuentran juntos desde el punto geográfico y son vecinos por lo que se espera que tengan cierta relación.

En el caso del modelo SARMA se obtuvieron más municipios con errores y certeza estadística mayor, en especial, el municipio de Pantepec con respecto a la tendencia del modelo tuvo una tasa de autosuficiencia menor a la esperada, esto es causado por errores no contemplados por el modelo, así como errores del mismo. Igualmente, en el municipio de Tapalapa se obtuvo un valor menor al esperado, a causa de factores externos. Se debe recalcar que muchos de los municipios con significancia estadística son vecinos, esto nos puede dar idea de la relación que estos pueden tener entre sí mismos que perturben la variable endógena del modelo.

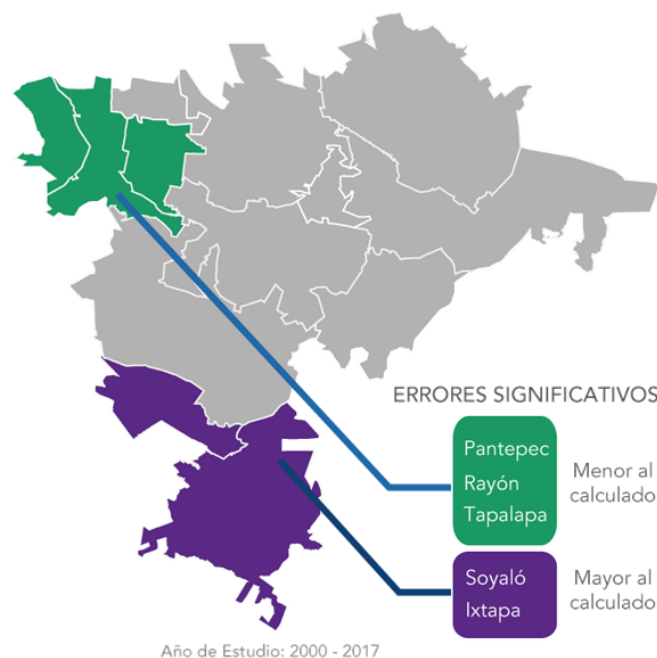


Figura 16. Mapa errores significativos

Municipio	LAG	SARMA
Bochil	-0.1035	0.0685
	(-0.47)	(0.32)
El Bosque	0.2086	0.2207
	(0.80)	(0.87)
Huitiupán	0.0917	0.4434
	(0.31)	(1.56)
Ixtapa	0.4957.	0.9305 ***
	(1.82)	(3.51)
Jitotol	-0.2970	-0.4078 *
	(-1.45)	(-2.05)
Pantepec	-0.6219 **	-0.9688 ***
	(-2.69)	(-4.30)
Pueblo Nuevo	-0.0558	-0.1135
Solistahuacán	(-0.23)	(-0.49)
Rayón	-0.6619 **	-0.9716 ***
	(-2.73)	(-4.11)
San Andrés	-0.2676	-0.2753
Duraznal	(-1.11)	(-1.17)
Simojovel	0.4089	0.8439 **
	(1.23)	(2.61)
Soyaló	0.6636 *	0.9320 **
	(2.28)	(3.29)
Tapalapa	-0.3716	-0.8530 ***
	(-1.55)	(-3.66)
Tapilula	0.5109.	0.1510
	(1.88)	(0.57)

Tabla 4. Errores del Modelo LAG, Municipal

Lo anterior se refleja en el mapa (), donde se aprecia que se encuentran localizados en una misma zona y presenta un patrón de agrupamiento que puede darnos a entender que hay relación espacial que afecta a dichos municipios.

Nombre de Prueba	Prueba Estandarizada de LM y SON 1	Prueba Estandarizada de LM y SON 2	Prueba Condicional de LM	Prueba de Hausman
<b>Resultados</b>	LM1 = 16.21 p-value < 2.2x10 <sup>-16</sup>	LM2 = 9.25 p-value < 2.2x10 <sup>-16</sup>	LM* - λ = 5.94 p-value = 2.77x10 <sup>-9</sup>	χ <sup>2</sup> =19.58 Grados de Libertad = 4 p-value = 6.05x10 <sup>-4</sup>
<b>Hipótesis Alternativa</b>	Efectos Aleatorios	Autocorrelación Espacial	Autocorrelación Espacial	Modelo Inconsistente
<b>Conclusión</b>	Existen Efectos Aleatorios	Existe Autocorrelación Espacial	Existe Autocorrelación Espacial	Se selecciona Efectos Fijos

Tabla 5. Prueba panel espacial

Para el uso del modelo econométrico adecuado, así como como verificar la espacialidad del modelo, es necesario realizar varias pruebas estadística (tabla 5). La prueba estandarizada LM y SON 1, nos permite conocer si existen efectos aleatorios en modelo, el resultado muestra un valor menor a 0.5, lo cual, nos indica que podemos rechazar la hipótesis nula y que el modelo presenta efectos aleatorios. Esto es importante ya que al existir este tipo de efectos da mayor hincapié a la heterogeneidad de la región, la cual, puede ser tratada con modelos de panel espacial.

La prueba estandarizada 2, estima la presencia de autocorrelación espacial, el valor obtenido de probabilidad fue menor a 0.05 por lo que podemos rechazar la hipótesis nula y decir que existe autocorrelación espacial. La prueba Condicional, de la misma forma nos permite corroborar la relación espacial del modelo, de esta forma su valor estadístico fue menor de 0.5 y permite no rechazar la hipótesis alternativa. Por último, la prueba de Hausman nos permite discriminar entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios; el resultado indica que podemos rechazar la hipótesis nula y seleccionar el modelo de efectos fijos como el más adecuado.

## CONCLUSIONES

A lo largo de la presente investigación se ha encontrado que las regiones ubicadas en las Montañas del Oriente de Chiapas (I, III, V, VII, XIV), son las de mayores deficiencias en términos de acceso a los alimentos, resaltándose la región “De los Bosques”. Estas regiones se destacan por tener suelos no aptos para la actividad agropecuaria (INAFED, 2006), un grado de marginación promedio muy alto y con un tercio de su población pasando condiciones de hambre (Hacienda de Chiapas, 2012), validando lo obtenido en el Análisis Multicriterio.

Por otra parte, en términos de Resiliencia Alimentaria, se observa que todos los municipios poseen valores altos en los indicadores de Capacidad de Adaptación y Acceso a Servicios Básicos, contrastando enormemente con la gran disparidad de valores para los indicadores de Ingresos y Acceso a los Alimentos y Bienes Adquiridos, donde existen municipios con valores muy altos y otros muy bajos.

Este hecho es un factor determinante sobre la Resiliencia de cada municipio, e indica que las variables que construyeron dichos indicadores, como la Tasa de Desempleo, el Valor Total de la Producción Agrícola o la Extensión de Áreas Agrícolas, son los puntos de trabajo más importantes para mejorar las deficiencias encontradas.

Aun cuando los conceptos de Tasa de Autosuficiencia y Resiliencia Alimentaria pretenden dar solución a la problemática de acceso a los alimentos, el modelo econométrico generado demuestra que la relación y retroalimentación entre ambos no es necesariamente positiva.

Lo anterior se demuestra a través de la Capacidad de Adaptación, una de las dimensiones de Resiliencia, que influye de forma inversamente proporcional sobre la Tasa de Autosuficiencia.

Este modelo también destaca que sí existe una relación espacial significativa entre los municipios, influyendo la Tasa de Autosuficiencia y la Capacidad de Adaptación de uno sobre sus vecinos inmediatos.

## TRABAJOS A FUTURO

El concepto de Resiliencia Alimentaria puede espacializarse a una escala tan detallada como se necesite; como tal, podrían abonarse a la propuesta variables muy locales y descriptivas de cada municipio que permitan derivar un análisis no sólo a nivel regional o municipal, sino también sobre los hogares.

Puede asegurarse que la propuesta metodológica presentada es adecuada para cumplir los objetivos planteados; para etapas futuras, se propone trabajo de campo que permita generar variables más específicas a nivel de comunidades, tomando como zona piloto la región De los Bosques.

## BIBLIOGRAFÍA

Alinovi, L., Mane, E. and Romano, D. (2009) *Measuring Household Resilience To Food Insecurity: Application To Palestinian Households, EC-FAO Food Security Programme*. Available at: <https://www.fsnnetwork.org/measuring-household-resilience-food-insecurity-application-palestinian-households>.

Armitage, P. and Berry, G. (1994) *Statistical Methods in Medical Research*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Clapp, J. (2017) 'Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense', *Food Policy*. The Author, 66, pp. 88–96. doi: 10.1016/j.foodpol.2016.12.001.

ESRC (2012) *ESRC Public Policy Seminar on Global Food Systems and UK Food Imports: Resilience, Safety and Security*. Available at: <http://www.foodsecurity.ac.uk/>.

FAO (2012) 'Crecimiento económico, hambre y malnutrición', in *El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 15–29. Available at: <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s03.pdf>.

FAO (2016) 'Peace and Food Security', *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i5591e.pdf>.

FAO *et al.* (2018) *The State of Food Security and Nutrition in the World. Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition*. doi: 10.1109/JSTARS.2014.2300145.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2010) 'Measuring resilience: a concept notes on the resilience tool. EC-FAO Programme on Linking Information and Decision Making to Improve Food Security', pp. 1–4.

García, A. K. (2018) 'Chiapas, Guerrero y Oaxaca presentan el mayor deterioro laboral', *El Economista*, 18 August. Available at: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Chiapas-Guerrero-y-Oaxaca-presentan-el-mayor-deterioro-laboral-20180818-0001.html>.

García H., E. (2009) *Análisis territorial de la seguridad alimentaria en México*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

Gómez, C. and Xantomila, J. (2018) 'México importa la mitad de los alimentos que consume, alertan', *La Jornada*, 13 May, p. 4. Available at: <https://www.jornada.com.mx/2018/05/13/politica/004n1pol>.

Gujarati, D. N. and Porter, D. C. (2009) *Econometría*. Universidad del Sur de California.

IARAN (2017) *An Outlook on Hunger: A Scenario Analysis on the Drivers of Hunger Through 2030, Action Against Hunger*. Available at: <http://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2017/10/Hunger-an-outlook-to-2030.compressed.pdf>.

INEGI (2018) *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018, SEGOB*. Available at: <http://agenda2030.mx/#/home>.

Jacobi, J. *et al.* (2018) 'Operationalizing food system resilience: An indicator-based assessment in agroindustrial, smallholder farming, and agroecological contexts in Bolivia and Kenya', *Land Use Policy*. Elsevier, 79(August), pp. 433–446. doi: 10.1016/j.landusepol.2018.08.044.

MAFF (2017) *Summary of the Annual Report on Food Agriculture and Rural Areas in Japan*. Tokio, Japan. Available at: <http://www.maff.go.jp/e/data/publish/attach/pdf/index-93.pdf>.

Malczewski, J. (1999) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. Edited by Departamento de Geografía. Estados Unidos de América: University of Western Ontario.

Martínez S., L. (2016) 'Seguridad Alimentaria, Autosuficiencia Y Disponibilidad Del Amaranto En México', *Problemas del Desarrollo*, 47(186), pp. 107–132. doi: 10.1016/j.rpd.2016.08.004.

PAI (2011) *Why Population Matters to FOOD SECURITY, Population Action International*. Washington. Available at: [https://pai.org/wp-content/uploads/2012/02/PAI-1293-FOOD\\_compressed.pdf](https://pai.org/wp-content/uploads/2012/02/PAI-1293-FOOD_compressed.pdf).

Ramos P., E. G. *et al.* (2007) 'Índice de marginación y el patrón de consumo alimentario familiar de Nuevo León', *Papeles de Poblacion*, 13(54), pp. 265–285.

Rodrigues C., M. (2015) 'Pobreza, desigualdad y acceso a la alimentación y nutrición en Venezuela desde 1999 hasta 2013', *Revista Politeia*, 38(55), pp. 113–154. Available at: <https://www.redalyc.org/pdf/1700/170049580005.pdf>.

Saaty, T. L. (1990) 'How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process', *European Journal of Operational Research*, 48(1), pp. 9–26. doi: doi:10.1016/0377-2217(90)90057-I.

SEDESOL (2018) *Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social*. Ciudad de México. Available at:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/191157/Informe\\_de\\_Pobreza\\_y\\_Rezagado\\_Social.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/191157/Informe_de_Pobreza_y_Rezagado_Social.pdf).

Seekell, D. *et al.* (2017) 'Resilience in the global food system', *Environmental Research Letters*, 12(2). doi: 10.1088/1748-9326/aa5730.

Serrano, R. M. and Vayá, E. (2002) 'Econometría espacial; nuevas técnicas para el análisis regional: una aplicación a las regiones europeas', *Investigaciones regionales*, (1), pp. 83–106.

Tendall, D. M. *et al.* (2015) 'Food system resilience: Defining the concept', *Global Food Security*, 6, pp. 17–23. doi: 10.1016/j.gfs.2015.08.001.

Thomson, A. and Metz, M. (1998) 'Implications of Economic Policy for Food Security : A Training Manual', *Agricultural Policy Support Service Policy Assistance Division - FAO*. Available at: <http://www.fao.org/docrep/004/X3936E/X3936E00.HTM>.

Torres, F. (2003) *Seguridad alimentaria: seguridad nacional, Seguridad alimentaria: seguridad nacional*. Available at: <http://ru.iiec.unam.mx/1762/1/SegAlimentaria.pdf>.

Villafuerte-Solís, D. (2015) 'Crisis rural, pobreza y hambre en Chiapas Rural Crisis, Poverty and Hunger in Chiapas', *Revista LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, 1, pp. 13–28.