



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE ECONOMÍA

TESIS

“RELACIÓN E IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA  
MIGRACIÓN: UN MODELO DE PROBABILIDAD NO LINEAL PARA  
EL ESTADO DE MICHOACÁN 2005-2010”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

MARÍA TERESA DE JESÚS MIRALRIO ROJAS

ASESOR:

M. EN E. RICARDO RODRÍGUEZ MARCIAL

REVISORES:

M. EN E. JUVENAL ROJAS MERCED  
DR. EN E. SERGIO MIRANDA GONZALEZ

Toluca, Estado de México, 2016.

# Contenido

<b>Relación e impacto del cambio climático sobre la migración: un modelo de probabilidad no lineal para el estado de Michoacán 2005-2010</b>	
Introducción .....	3
<b>Capítulo 1. Migración y cambio climático</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Teorías migratorias macroeconómicas</b> .....	<b>7</b>
1.1.1 Teoría Clásica .....	7
1.1.2 Modelos dualistas o de desequilibrio .....	10
1.1.3 Teoría del sistema mundial .....	12
1.1.4 Teoría del mercado de trabajo dual o segmentado .....	13
<b>1.2 Teorías migratorias microeconómicas</b> .....	<b>14</b>
1.2.1 Teoría económica neoclásica: Modelos dualistas y teoría del capital humano .....	14
1.2.2 Nueva economía de las migraciones .....	15
1.2.3 Teoría de redes migratorias .....	16
<b>1.3 Cambio climático y su relación con la migración</b> .....	<b>17</b>
1.3.1 Conceptos básicos .....	17
1.3.2 Evidencia del cambio climático y migración a nivel mundial .....	25
1.3.3 Evidencia del cambio climático y migración en México .....	29
1.3.4 Cambio climático y migración en Michoacán .....	33
<b>1.4 Modelos de migración y cambio climático</b> .....	<b>38</b>
1.4.1 Modelación de migración y cambio climático .....	38
1.4.2 Modelos de migración y cambio climático en economías menos desarrolladas .....	39
1.4.3 Modelos basados en macro datos .....	40
1.4.4 Modelos basados en micro datos .....	44
<b>Capítulo 2. Metodología del modelo</b> .....	<b>52</b>
<b>2.1 Diseño del modelo</b> .....	<b>52</b>
2.1.1 Modelos de elección discreta .....	52
2.1.2 Fuentes de información estadística .....	61
2.1.2 Recolección y agrupación de datos .....	61

2.1.3 Descripción de las variables de estudio .....	62
2.1.4 Construcción de la base de datos .....	66
2.1.5 Observaciones de la base de datos en Michoacán .....	71
2.2 Elección del modelo .....	80
2.2.1 Determinación de la forma funcional .....	80
2.2.2 Descripción del modelo elegido y pruebas de validación .....	82
Capítulo 3. Análisis de resultados .....	85
3.1 Resultados observados .....	85
3.2.1 Interpretación a partir de Ratio “Odds” .....	89
3.2.2 Interpretación de resultados de variables demográficas .....	92
3.3 Estadísticas de predicción del modelo .....	95
3.4 Conclusiones .....	97

# **Relación e impacto del cambio climático sobre la migración: un modelo de probabilidad no lineal para el estado de Michoacán 2005-2010**

## **Introducción**

La migración es uno de los fenómenos sociales más antiguos y necesarios para la evolución de culturas y civilizaciones, las causas de la misma sin duda se han modificado en virtud de las necesidades y acontecimientos de cada época, por lo que afirmar que existe un solo elemento impulsor de la migración resultaría muy problemático, históricamente se han desarrollado un sinnúmero de teorías y estudios que buscan explicar las causas de la migración, obteniendo nada más que generalidades y aproximaciones a la realidad que es mucho más compleja que cualquier teoría que aquí se pueda citar.

Por otro lado, las inclemencias climáticas han sido resentidas desde tiempos ancestrales, recordemos que se cree que las primeras migraciones por efectos ambientales se dieron a causa de los cambios climáticos durante la era glacial, entonces fue imperante desplazarse para lograr la sobrevivencia de toda clase de especie existente, entender que la migración desde diversas perspectivas se ha convertido en una estrategia de adaptación ante cambios climáticos constituye un elemento importante de análisis dentro del estudio poblacional

Al tratar de encontrar elementos que expliquen el fenómeno migratorio, inmediatamente caeremos en la razón de la complejidad y diversidad de factores por los que esta se influencia, desde los inicios del estudio de la migración se han considerado elementos mayoritariamente económicos, estructurales o relacionados a un ámbito macroeconómico, hasta ahora, el análisis de factores a nivel microeconómico ha resultado tan complejo como la naturaleza humana misma. Hablar de elementos de carácter más concreto o incluso individual, resulta complicado en la medida en que se pueden obtener datos útiles para explicar las causas de la migración, y es que el análisis en su versión microeconómica, nos lleva a tratar de comprender al individuo como un ser

que toma decisiones de manera conjunta, como integrante de un grupo social y que basa su rumbo de acción en función de un bienestar para él y sus allegados.

El análisis microeconómico surge durante las décadas setenta y ochenta del siglo XX, ante la falta de explicaciones que resultaran satisfactorias del fenómeno migratorio, buscaba entonces dar una explicación más sólida, concreta y sobre todo realista del comportamiento humano *El microanálisis, para completar así la visión general del análisis macro estructural y poder descubrir las dinámicas locales y las variaciones regionales; el análisis longitudinal o las historias de vida; el análisis del individuo desde la perspectiva de la familia; y la importancia de los factores intermedios*” (García, 2003: 339).

Estos análisis amplían la variedad de elementos causantes de la movilidad humana, de tal forma que se agregan al análisis factores sociales como nivel de vida, educación, bienestar, etc. Además contemplan factores políticos<sup>1</sup>, religiosos, situaciones relacionadas con usos y costumbres, factores físicos tales como medio ambiente, clima, desastres naturales, transportes, religión, entre muchos otros (García, 2003).

El cambio climático impactará a la migración, tanto ahora como en el futuro; este vínculo se desarrollará vía factores económicos, sociales y políticos que afectan a la migración, sin embargo; la variedad y complejidad de interacciones entre éstos factores supone que rara vez será posible distinguir individuos cuya única razón de migrar sea el cambio climático, y por lo tanto será muy problemático poder cuantificar migrantes netamente ambientales. Lo anterior no nos debe llevar a pensar que la interacción entre cambio climático y migración no es importante, sino que nos mostrará un vínculo mucho más complejo de lo que indican anteriores hipótesis causa-efecto (Foresight, 2011).

En este punto vale la pena considerar que ante un incremento en la migración desde zonas vulnerables, las zonas receptoras de migrantes climáticos enfrentarán problemas de capacidad de carga, y ante tal situación es muy probable que deba darse un ajuste de

---

<sup>1</sup> Problemas políticos, persecuciones, problemas legales, beneficios fiscales, etc.

políticas migratorias (sobre todo hablando a nivel internacional), sin embargo de manera interna el problema no debe minimizarse, sobre todo en regiones poco desarrolladas ya que las consecuencias de la presión, la capacidad de la tierra, la demanda creciente de agua y satisfactores básicos, así como las presiones a la salubridad representarán sin duda retos importantes para los gobiernos, sobre todo para los países en desarrollo.

Hasta el momento se tiene bastante información, aunque no suficiente, sobre migración y cambio climático de manera separada y dado que la relación entre ambos elementos es aún muy limitada, no se han realizado demasiados estudios para explicar el fenómeno sobre todo en México, sabemos además que carecemos de estadísticas y datos en general que nos permitan aproximarnos de manera exacta a la realidad de nuestro entorno en éste campo de estudio. La realidad es que no se ha detectado la seriedad del problema que si bien a corto plazo no se considera un gran peligro, puede incrementar de manera significativa, por lo que vale la pena tratar de brindar una alternativa para mejorar el entendimiento y la dimensión del problema.

Analizar la migración a nivel global, sobre todo desde regiones con ingreso bajo hacia regiones con ingreso alto, se convierte en un campo importante de estudio, el análisis de la migración interna en países con ingresos bajos que son más vulnerables al cambio climático se vuelve una necesidad ante una alerta inminente. Dado que la migración se realiza para proteger los medios de vida en condiciones ambientales adversas usualmente es un fenómeno que se toma a nivel familiar para diversificar los riesgos después de sucesos ambientales, como sequías e inundaciones, algunas estimaciones a nivel mundial predicen que incremente la probabilidad de que tales sucesos ocurran entre 2030 y 2060 (Foresight, 2011).

La finalidad de éste documento es encontrar evidencia empírica de una relación positiva entre cambio climático y migración, el estudio se plantea para el estado de Michoacán cuyas observaciones hidrometeorológicas apuntan principalmente a sequías, y cuya tendencia migratoria es notable desde hace algunas décadas. En el primer capítulo se realiza una breve revisión de las principales teorías migratorias, además se explica la relación entre migración y cambio climático dando a conocer las principales evidencias a

nivel internacional, nacional y estatal, así como los principales estudios realizados en otros países para explicar el problema. En el segundo capítulo se explica la metodología para la construcción de la base de datos, las estimaciones y los criterios de elección del modelo adecuado para el estudio a través de la validación de los estadísticos requeridos, finalmente en el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos y se brindan las conclusiones correspondientes.

## Capítulo 1. Migración y cambio climático

El estudio de la migración se puede ubicar apenas en el siglo XIX, donde encontramos los primeros trabajos de Ravenstein, y pese a que tiempo después su visión resultó limitada puede considerarse como el fundamento para el desarrollo de estudios posteriores en este tema, hoy en día se considera que el conocimiento sobre el fenómeno migratorio carece de una estructura y extensión que pueda considerarse suficiente y más aún universal para explicar las causas que motivan los movimientos migratorios, sin embargo; existen aportaciones aceptadas mayormente en la teoría de migraciones, el objetivo de ésta sección es describir brevemente las principales aportaciones en éste tema así como brindar un panorama general para explicar los resultados de éste estudio.

### 1.1 Teorías migratorias macroeconómicas

#### 1.1.1 Teoría Clásica

La teoría más antigua y a la vez más aceptada fue desarrollada a través de «*Las leyes de las migraciones*» por Georg Ravenstein en marzo de 1885; en éste documento fueron planteadas 12 «*leyes*» que describían en gran medida relaciones entre orígenes y destinos<sup>2</sup> sin llegar a dar razones o respuestas únicas, el mismo Ravenstein reconocía las limitantes de sus leyes y la complejidad del entorno en el cual intervienen no solo factores externos sino también la diversidad de elementos que implica el ser humano así como las innumerables razones que motivan una decisión de migrar las cuales juegan un papel preponderante en el estudio, sin embargo; lo más representativo de su aportación radicó precisamente en el grado de generalidad que alcanzó en su análisis.

Ravenstein reconocía dos tipos de factores que influían en la toma de decisiones de los individuos de migrar o no, «*pull and push factors*<sup>3</sup>» daba especial importancia a los factores económicos, y la división de factores de atracción (*pull factors*) y de repulsión

---

<sup>2</sup> «Las leyes de Ravenstein han sido acertadamente definidas como “un conjunto de proposiciones empíricas generales, vagamente relacionadas entre sí, que describen relaciones migratorias entre orígenes y destinos” (Arango, 1985: 7).

<sup>3</sup> Ravenstein considera como factores de atracción principalmente factores económicos favorables, existencia de oportunidades de empleo, y en general mejores oportunidades para mejorar la condición en el estado de origen. Contrario a esto, los factores considerados como de expulsión son la falta de empleo, ingreso bajo y pocas o inexistentes oportunidades de desarrollo, en éste sentido, los individuos se verán atraídos por los grandes centros de industria y comercio, y todo aquello de lo que carecen en su sitio actual de residencia.



(*push factors*) permitió al mismo Ravenstein distinguir de manera más clara las diferencias entre zonas y nivel de desarrollo económico. Posteriormente se realizó un reordenamiento e interpretación de las principales leyes expuestas por Ravenstein, entre las que destaca:

1. La principal causa de las migraciones<sup>4</sup> radica en las disparidades en el nivel de crecimiento y desarrollo económico, ya que las migraciones se darían de las zonas menos desarrolladas hacia las más desarrolladas, es decir, el individuo siempre buscará mejorar su condición económica actual y en aras de esto tomará la mejor decisión.
2. La distancia jugaba un papel preponderante en los movimientos migratorios, ya que la mayor parte de los migrantes recorre sólo distancias cortas.
3. Los grandes centros de industria y comercio son las principales zonas a las cuales los individuos que recorren grandes distancias desean moverse.
4. Las migraciones se producen de manera escalonada.
5. «*El proceso de dispersión es el inverso del de absorción y exhibe características similares*» (Arango, 1985:13)
6. «*Cada corriente migratoria produce una contracorriente compensatoria*» (Arango, 1985:13) esta generalidad sería abordada poco después por E. Lee, otro de los autores clásicos más importantes.
7. La propensión a migrar es más elevada entre los nativos de zonas rurales que entre habitantes de zonas urbanas.
8. «*Entre los migrantes de corta distancia parecen predominar las mujeres*» (Arango, 1985:13)

---

<sup>4</sup> «La principal, aunque no la única, causa de las migraciones hay que buscarla en la sobrepoblación de una parte del país, mientras en otras partes existen recursos infrautilizados que contienen una promesa mayor de trabajo remunerado. Es obvio que ésta no es la única causa. Leyes malas u opresivas, una fuerte presión fiscal, un clima desfavorable, entornos sociales poco propicios, e incluso la coerción (tráfico de esclavos), todos estos factores han producido y aún están produciendo corrientes migratorias, pero ninguna de estas corrientes puede compararse en volumen con la que resulta del deseo inherente a la mayoría de los hombres de progresar en cuestiones materiales. Así ocurre que la población excedente de una parte del país se desplaza a otra parte, donde el desarrollo de la industria y el comercio, o la posibilidad de poner en cultivo tierras productivas aún en estado de naturaleza, demanda más brazos para el trabajo. “No cabe duda de que la demanda de trabajo en nuestros centros de la industria y el comercio es la causa primordial de los flujos migratorios cuya indagación constituye el objeto de este trabajo.” RAVENSTEIN, “The Laws”, II, p. 286, y I, p. 198.” (Arango, 1985: 12)

9. La edad juega un papel preponderante según Ravenstein, al considerar que el grueso de los migrantes son adultos.
10. El crecimiento de las ciudades obedece en mayor medida al fenómeno migratorio que al incremento vegetativo (Arango, 1985).
11. Las migraciones hacia los grandes centros de comercio y de la industria pueden considerarse como las más importantes partiendo de zonas rurales.
12. El continuo desarrollo económico, así como los progresos tecnológicos, de los medios de comunicación y de transporte actúan incrementando los movimientos migratorios (Arango, 1985).

La continuación a los trabajos de Ravenstein, se pueden apreciar de manera clara en el artículo realizado por Everett Lee « *Theory of Migration* » publicado en 1966, en el cual, de manera más específica presenta una serie de *hipótesis* distinguidas por tres temáticas principales: volumen de las migraciones, corrientes y contracorrientes y características de los migrantes. Además, retoma los conceptos de factores de atracción, de expulsión y añade los neutrales<sup>5</sup>, contempla la existencia de diferentes *obstáculos*,<sup>6</sup> dando especial importancia al factor distancia y adiciona los *factores personales* lo cual podría considerarse el inicio de otra rama de estudio de las migraciones, bajando el análisis a nivel microeconómico, y haciendo hincapié en la capacidad propia del individuo para seguir un camino con base en sus expectativas.

Al contemplar éstos factores personales, E. Lee amplía la visión de la teoría de Ravenstein, ya que al reconocer y contemplar las capacidades humanas tales como inteligencia, conciencia y manejo de sensaciones (que sin duda intervienen en su decisión al momento de migrar) brinda una visión mucho más subjetiva y propia del individuo, considera además el hecho de que no todas las personas tienen acceso a la información y por lo tanto, no pueden considerarse dentro un marco de elecciones racionales, finalmente agrega que no todas las personas toman decisiones por sí mismas

---

<sup>5</sup> Considera como factores de atracción aquellos que son benéficos para el individuo tales como buenas condiciones climáticas, un buen sistema educativo, factores económicos, etc., en cambio los factores de expulsión son todos aquellos que representen un perjuicio o bien una limitante al desarrollo del individuo en cualquier aspecto de su vida. Los factores neutros son aquellos ante los que el individuo permanece indiferente.

<sup>6</sup> «No importa qué tan lejos o cerca, qué tan fácil o difícil, cada movimiento migratorio implica un origen, un destino y un conjunto de obstáculos que intervienen» (Lee, 1966: 49).

(por ejemplo los niños y adultos mayores), sino que otros individuos influyen en sus desplazamientos y destinos.

Como es natural existen muchas similitudes entre los conceptos manejados por E. Lee con respecto a las aportaciones de Ravenstein, para los propósitos de ésta sección, se mencionan los más relevantes:

- El volumen de las migraciones está en función de los niveles de diversidad entre las regiones.
- El nivel de interconexión entre las personas de la región de origen (razas, origen étnico, educación, tradiciones o nivel de ingreso), así como el nivel de aceptación en la región destino (discriminación) hace variar el volumen de las migraciones.
- La capacidad del individuo para sortear los obstáculos propios de la migración, influye en el nivel de migración entre regiones.
- *«El volumen de las migraciones varía con fluctuaciones en la economía» (Lee, 1966: 53)*
- Tanto la tasa, como el volumen de migración tienden a incrementarse ante la falta de imposiciones de control migratorios.
- *«El volumen y tasa de migración varía con el progreso de un país o área».*

### **1.1.2 Modelos dualistas o de desequilibrio**

La teoría de migraciones puede ser dividida para su estudio en dos grandes ramas; microeconómica y macroeconómica, definidas por las características de la población migrante y los elementos que se toman en cuenta como preponderantes durante el proceso migratorio, partiendo del análisis macroeconómico se ha enunciado ya la principal teoría clásica, sin embargo de ella surgen muchas otras aportaciones, las cuales buscarán en esencia formular una teoría que explique el desarrollo mundial. Los modelos dualistas o de desequilibrio económico parten de ésta premisa y plantean la existencia de una estructura económica dual dentro de las ciudades, la cual se ve acentuado sobre todo en zonas rurales.

Muchas economías tercermundistas atravesaron por un proceso de explosión demográfica que motivó el surgimiento de éstos modelos de desarrollo dual, los cuales planteaban la existencia de dos *mundos* dentro de una misma economía, por un lado, un mundo rural con bajo desarrollo y preponderancia de actividades agrarias, y por el otro, un mundo industrial que atraía a la población y que se expandía a lo largo del tiempo. Ambos sectores coexisten de manera paralela y son complementarios entre sí, sin embargo; una vez más encontraremos factores expulsivos en las zonas rurales, mientras que los centros industriales actúan atrayendo a un número cada vez mayor de habitantes ante las necesidades económicas propias de una población creciente.

Los principales trabajos de ésta corriente se encuentran en las aportaciones de A. Lewis, estudioso de la economía del desarrollo quien a través de su “Modelo de desarrollo económico con oferta ilimitada de trabajo”, encuentra que “el trasvase masivo de activos agrarios a activos industriales había de llevar a una oferta totalmente elástica de trabajo (Flores, 2001). El modelo plantea una serie de supuestos, la existencia de dos sectores de la economía, uno capitalista y uno de subsistencia, el sector capitalista se caracteriza principalmente por utilizar tecnología moderna, contratar mano de obra y por la existencia de una relación producto-capital, mientras que el sector de subsistencia no utiliza capital, usa tecnología tradicional, mano de obra familiar, y no tiene una relación producto-capital.

Siguiendo esta corriente macroeconómica, surge una crítica al modelo de Lewis, en 1970 John. R. Harris y Michael P. Todaro a través de la publicación su obra “Migración, desempleo y desarrollo: un análisis de dos sectores”, presentaban una expansión de las teorías macroeconómicas convencionales ya que ahora el individuo basa su decisión en función únicamente de las ganancias esperadas. Harris y Todaro plantean un modelo de ocho ecuaciones, reconociendo principalmente una diferencia entre los salarios de las regiones rurales y las urbanas, dónde lógicamente el salario esperado en las zonas urbanas sería mayor a las ganancias esperadas en el sector agropecuario, en este sentido la principal aportación del modelo radica en la afirmación de que existen dos sectores desiguales, donde las ganancias esperadas en las zonas industriales actúan atrayendo a la población de áreas rurales, pero a su vez, la capacidad del área urbana para dar empleo a esta población migrante actúa equilibrando las fuerzas de la migración.

La idea general consistió en demostrar que dado un salario mínimo de subsistencia, que a su vez era mejor que las ganancias en el sector rural, los movimientos migratorios obedecen a una elección racional por parte del individuo, demostrar además que los supuestos de anteriores trabajos clásicos no debían tomarse con una mucha rigidez para lograr bienestar social, por el contrario podrían incrementar el desempleo, finalmente el modelo buscaba demostrar la poca factibilidad de la propuesta teórica de *flexibilidad de salarios* y que en ausencia de éste una política óptima resultaría en realidad en un paquete de políticas que debería incluir la fijación de un salario de subsistencia y restricciones a la libre migración.

Los supuestos principales son:

- La migración continuará en la medida en que el ingreso esperado en el área urbana exceda el producto del sector rural.
- Periódicamente se da un proceso de selección aleatoria donde el número de trabajos disponibles es mayor que las personas buscando empleo. Por lo tanto el salario esperado se puede definir como un salario mínimo fijo<sup>7</sup>, multiplicado por la proporción de la fuerza de trabajo urbana<sup>8</sup>.

Adicionalmente se asume un comportamiento perfectamente competitivo por parte de los productores en ambos sectores, donde el precio del producto agrario estará determinado por las cantidades relativas tanto de él mismo como del producto manufacturero.

### **1.1.3 Teoría del sistema mundial**

Otra corriente que consideramos dentro de los modelos macroeconómicos es la teoría de los sistemas mundiales, un sistema mundial se define como un sistema social que tiene límites, estructuras, miembros del grupo, reglas, legitimación y coherencia, la visión consiste en ubicar a las estructuras sociales y sus interrelaciones con el sistema capitalista y cómo este afecta a los países, incluso los pequeños. Podemos ubicar a Immanuel Wallenstein, como el autor más representativo de ésta teoría que surge en la década de los 60 del siglo XX. A partir de una serie de eventos que marcan un

---

<sup>7</sup> Expresado en términos de manufacturas.

<sup>8</sup> Individuos del área rural que actualmente están empleados.

desequilibrio en la vida económica mundial, se adopta la creencia de que el sistema debe verse de manera mundial sin tomar en cuenta como unidad de estudio al estado o al país.

En éste sentido la teoría plantea que se puede ver una distribución de los países como un centro, una semi-periferia y una periferia y donde interactúan todos los agentes como parte de un todo, ya que en el centro encontramos a las economías desarrolladas, mientras que en la semi-periferia y en la periferia encontramos aquellas economías menos avanzadas, es de pensarse entonces que para nuestro caso las personas que viven en condiciones de periferia y semi-periferia se verán incentivados a moverse hacia el centro, donde existe un desarrollo más sustancial, ya que es en éstas zonas donde se da la mayor concentración de capital y la producción, según Wallenstein existe además un país que actúa de manera hegemónica y que las relaciones del centro hacia los países de la semi-periferia y la periferia se dan en función de:

- El grado de importancia de las industrias, sobre todo en las cadenas de distribución de mercancías.
- El grado en que los países sean importantes para mantener la demanda efectiva del mercado.
- El grado en que los países sean importantes en la toma de decisiones estratégicas.

Sin embargo los procesos globalizadores actúan estandarizando los procesos de producción para integrarlos a un solo sistema mundial.

#### **1.1.4 Teoría del mercado de trabajo dual o segmentado**

La teoría del mercado de trabajo dual o segmentado, como su nombre lo indica, plantea una gran división de las oportunidades de empleo, las cuales a diferencia de la teoría del capital humano<sup>9</sup> propone que el mercado de trabajo se puede dividir en dos grandes sectores: un mercado de trabajo donde los salarios son altos, hay buenas condiciones de trabajo y hay buenas oportunidades de crecimiento, y otro mercado en el que los salarios son significativamente bajos, además las condiciones de trabajo son malas, el empleo es inestable y da pocas oportunidades para avanzar (Doeringer y Piore, 1971).

---

<sup>9</sup> La teoría del capital humano plantea que las oportunidades de empleo se basan en las habilidades y conocimientos del individuo.

Adicionalmente ésta teoría toma en cuenta factores como la discriminación, la pobreza, el desempleo entre otros, y nos indica que existe un mecanismo de fijación salarial y diferentes asignaciones, así como la implicación de éstos en barreras a la movilidad, muestra evidencia para realizar dos importantes afirmaciones (Dickens y Lang, 1985).

- Hay dos mercados de trabajo, el primario con un salario similar al predicho por la teoría del capital humano y un mercado secundario con un salario bajo y sin variaciones.
- Existen barreras no económicas a la movilidad entre estos dos mercados de trabajo, tales como la discriminación<sup>10</sup>.

Todas las teorías expuestas anteriormente corresponden a una vertiente macroeconómica, que por supuesto no puede ser tomada como verdadera o absoluta, los modelos macroeconómicos brinda una visión muy general de la realidad y aunque se pueden realizar rápidamente y pueden brindar una orientación, carecen de ese enfoque subjetivo propio de la naturaleza humana, en respuesta a ésta problemática surgen teorías microeconómicas.

## **1.2 Teorías migratorias microeconómicas**

### **1.2.1 Teoría económica neoclásica: Modelos dualistas y teoría del capital humano**

Otra gran rama del estudio de la migración considera aspectos microeconómicos, es decir, ahora se considera al individuo de una manera mucho más focalizada a sus necesidades, capacidad de decisión, así como a sus conocimientos y habilidades, tal es el caso de la teoría del capital humano, la cual a diferencia del enfoque del mercado de trabajo dual, considera las oportunidades de empleo del individuo como un factor determinante en el nivel de salario y las oportunidades de crecimiento individual, así pues dentro de esta rama encontramos como principales autores a T.W. Schultz, R.M Solow y G. Becker, éste último plantea que se puede considerar como capital humano cualquier atributo del individuo, nivel de estudio, nivel de experiencia, salud, etc, todo ello

---

<sup>10</sup> Discriminación hacia las mujeres, por color de piel, religión, etc. (Dickens y Lang,1984)

contribuye a una inversión en capital humano, la cual implica un periodo inicial, donde se realiza un gasto en inversión y un periodo posterior donde se obtienen los beneficios de dicha inversión, a través de la obtención de un empleo bien remunerado (Schultz,1961).

### **1.2.2 Nueva economía de las migraciones**

La nueva economía de las migraciones hace una compilación de análisis anteriores y con Oded Stark como uno de los principales exponentes realiza un análisis del individuo como parte de un grupo de referencia, el cual puede cambiar según las necesidades o preferencias, Stark y Bloom (1985) reconocían al migrante como aquel individuo que se encontraba en una situación desventajosa, de privación de satisfactores, y en éste sentido un individuos que experimentara sentimientos de privación sería un candidato a migrar, además, el hecho de pertenecer a un grupo de referencia con marcadas desigualdades generará más privaciones y mayor propensión a migrar.

Otro factor que toma en cuenta la teoría es el nivel de habilidades de los individuos, de manera que bajo el supuesto de perfecta información, una persona con cierto nivel de habilidades migrará, solo bajo la condición de que en el sitio de destino el salario será mejor que en el sitio de origen, y de esta manera la información se trasladará al grupo de referencia, y si en el caso contrario la migración no tiene sentido, disminuirán los incentivos para el resto del grupo, por lo que habría dos posibles resultados: no hay migración o la migración se da de manera masiva en la medida que se encuentre la opción de migrar como ventajosa.

La teoría también ofrece razones para los migrantes y sus familias en una especie de contrato de mutuo beneficio, entonces cuando ésta situación se da dentro del núcleo familiar, no se ve a la migración como un simple desprendimiento de los miembros más jóvenes con todas las consecuencias emocionales que esto puede causar sino que se reconoce como una “estrategia calculada” y no como un acto de desesperación o ilimitado optimismo. La propensión aumenta en una sociedad más numerosa la cual es colectivamente responsable de la migración individual.



Es importante destacar la relevancia que da la teoría a la realización de estimaciones utilizando micro datos, Stark y Bloom (1985) hacen referencia al beneficio de la utilización y desarrollo de nuevos modelos relativamente estándar, utilizando para el análisis variables dependientes cualitativas, señalando que a nivel microeconómico se han planteado simples modelos de migración de acuerdo a los cuales los individuos y sus familias toman decisiones a través de comparar los ingresos esperados en el lugar de destino, la característica principal de estos modelos es su enfoque de reducción de una situación estructural aplicado a la decisión de migrar.

### **1.2.3 Teoría de redes migratorias**

En la década de los 80, surge la teoría de las redes migratorias con T.K. Haraven y M. Anderson como principales representantes, esta teoría amplía algunos conceptos del análisis microeconómico de las migraciones y da especial interés al papel de la familia en el proceso migratorio tanto en el mundo rural como en ciudades industriales. Si bien es cierto que en la nueva economía de las migraciones se mencionaban conceptos de familia y de la sociedad en conjunto como motivadora al cambio de residencia, la teoría de las redes migratorias reconoce la relevancia de relaciones no solo familiares, sino también amistosas o de compadrazgo (García, 2003).

Ésta teoría sienta sus bases en la observación de ciertas redes que se tejen de manera invisible entre paisanos, familiares o amigos, de tal forma que influyen de manera significativa en la dirección y temporalidad de las migraciones, atrayendo a nuevos migrantes a través del <<efecto llamada>><sup>11</sup>

*<<La red actúa como un auténtico canal de transmisión, a través del cual, se hace circular la información entre todos los miembros conectados a la misma, entre aquellos que habían emigrado con anterioridad, y los que permanecen en el lugar de origen. Esta característica va a favorecer la toma de nuevas decisiones de emigración así como que dicha estrategia resulte menos traumática, ya que la gran mayoría de los que emigran*

---

<sup>11</sup> Se refiere a la capacidad de atracción de familiares y paisanos, a aquellos lugares a los que con anterioridad se han desplazado los pioneros.

*saben de antemano a dónde van y más o menos qué se van a encontrar>>(García, 2003:347).*

Después de la movilidad, sigue un proceso llamado <<función de auspicio>> que consiste en ayudar al recién llegado a adaptarse al nuevo lugar, y si es posible brindarle ayuda hasta que empieza a recibir un salario. Generando una continuidad en la movilidad, ya que un individuo que fue asistido de manera económica, con ayuda de vivienda o emocional tenderá a repetir el proceso en periodos posteriores, y de ésta forma el proceso se convierte en una red inmensa de apoyo y motivación a la migración.

### **1.3 Cambio climático y su relación con la migración**

#### **1.3.1 Conceptos básicos**

Actualmente se han distinguido cinco categorías de <<*impulsores*>><sup>12</sup> a la migración que son: medioambientales<sup>13</sup>, sociales, políticos, demográficos<sup>14</sup> y económicos<sup>15</sup>, y se cuenta con muchas publicaciones que resaltan la importancia de comprender el problema actual y las implicaciones futuras del impacto del cambio climático sobre la migración, la finalidad aún es concientizar a líderes mundiales y a la población en general sobre los inminentes problemas que aguardan, por lo que los gobiernos internacionales han comenzado a contemplar la relevancia de implementar políticas preventivas (Foresight, 2011).

La figura 1 resume cada uno de estos factores relacionándolos con la toma de decisiones de los individuos ante la presencia de uno o varios de los elementos impulsores, nótese que dentro de los factores ambientales se resaltan las carencias e inclemencias provocadas por cambios en las tierras o abastos de agua por ejemplo, lo cual afectaría inminentemente a la productividad de las áreas que dependan mayoritariamente de la tierra para trabajar y ganar sustento.

---

<sup>12</sup> Mostrando una mayor influencia por factores económicos, ambientales y en menor medida políticos.

<sup>13</sup> Exposición a catástrofes, servicios del ecosistema como productividad de la tierra, habitabilidad y seguridad alimentaria.

<sup>14</sup> Estructura de la población, prevalencia de enfermedades, densidad, tamaño, etc.

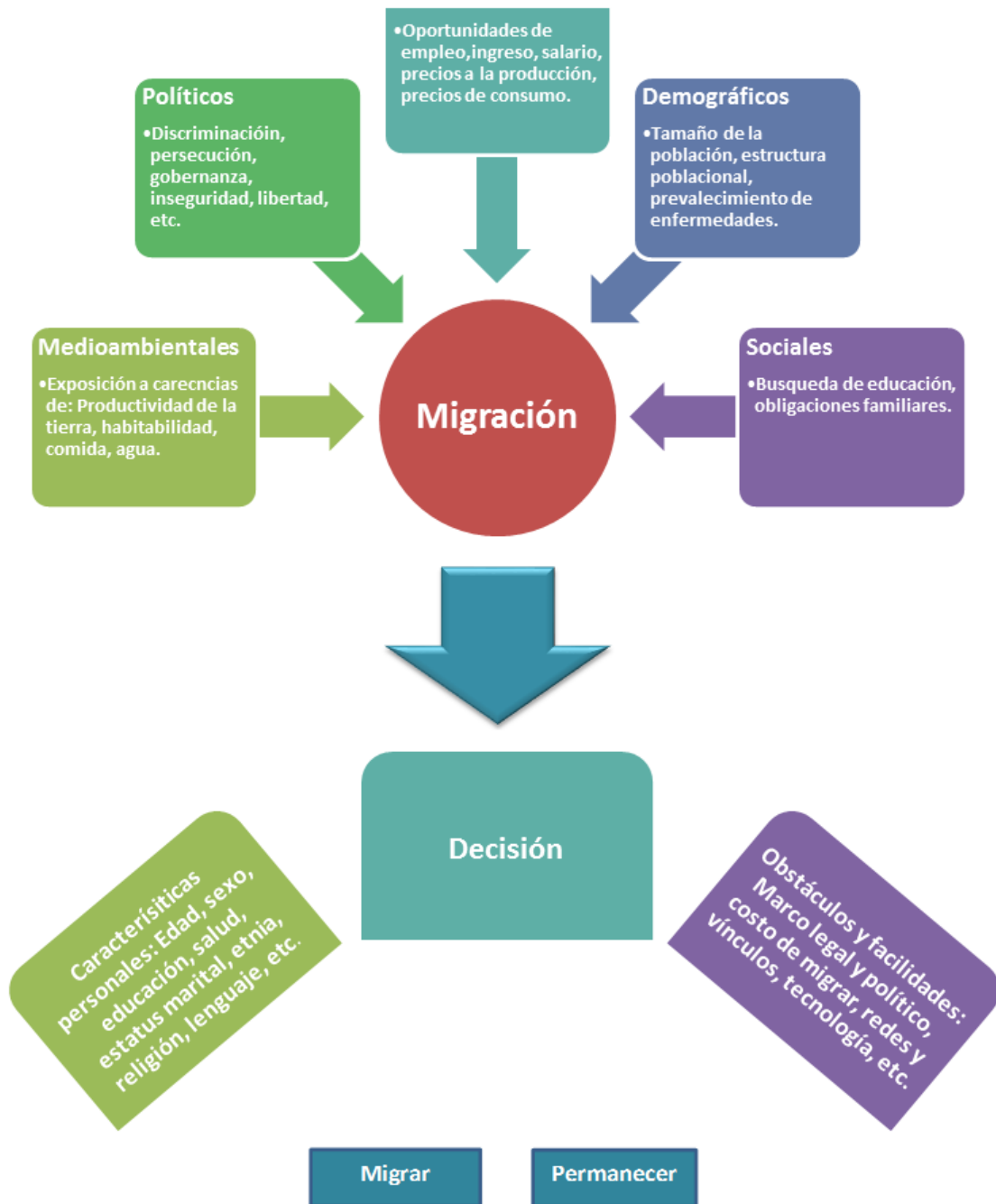
<sup>15</sup> Precios de producción (Agricultura) y consumo, oportunidades de empleo, ingresos y salarios, etc.

La comunidad internacional reconoce cada vez más que la degradación medioambiental y el cambio climático se convierten en un problema que inminentemente afecta a los asentamientos humanos, los efectos de dicho fenómeno son diversos; sin embargo, se distinguen cuatro consecuencias principales:

- a) Ante catástrofes naturales o incrementos en el nivel del mar será necesario invertir en infraestructura.
- b) Se acentúan los esfuerzos dedicados a disminuir emisiones de gases contaminantes.
- c) Incrementan las precauciones en materia sanitaria y epidemiológica.
- d) La migración se convierte en una forma de adaptación ante cambios en el medio ambiente.

Es importante definir a qué clase de fenómenos climáticos o catástrofes se refiere el presente trabajo de manera específica, resulta relevante hacer énfasis en que la búsqueda fundamental de esta investigación es la relación entre el cambio climático como impulsor de la migración; sin embargo es imposible hablar del cambio climático como un tema aislado, ya que engloba una gran variedad de manifestaciones y eventos que según evidencias nacionales e internacionales se intensifican cada vez más.

Figura 1. Impulsores de la migración



Fuente: Elaboración propia con base en Black et. al. (2011).

Sin duda, sería muy aventurado afirmar que los fenómenos observados son específicamente causados por influencia del cambio climático global; sin embargo se ha encontrado manifestaciones de los cambios en las tendencias de la temperatura y de desajustes en los fenómenos que normalmente ocurrían con cierta regularidad, como las lluvias y las temporadas calurosas. Existen un gran número de fenómenos hidrometeorológicos que se intensifican a partir de éste fenómeno pero para fines del presente trabajo se analizarán los efectos de los eventos con mayor ocurrencia en la zona de estudio.

El concepto de *sequía* se entiende como una anomalía temporal por lo general prolongada, caracterizada por un periodo de tiempo con valores de las precipitaciones inferiores a los normales en el área. El inicio de toda sequía es la escasez de precipitaciones lo que deriva en insuficiencia de recursos hídricos necesarios para abastecer la demanda, aunque no existe una definición universal para el concepto de sequía debido a que puede variar según las condiciones propias de cada región, en el caso mexicano, podemos ubicar las principales afectaciones en el sector agrícola, ante la falta de lluvias los cultivos se retrasan o se pierden, causando problemas en las áreas dependientes de este tipo de actividades para la subsistencia (MAGRAMA, 2016).

Por otro lado, un *ciclón tropical* es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados, teniendo lugar principalmente en océanos tropicales, generalmente en las costas de México se presentan aproximadamente del 15 de mayo al 30 de noviembre de cada año, y por el lado del Golfo de México se extienden del 1 de junio al 30 de noviembre. Los daños ocasionados desde luego pueden variar de acuerdo a su intensidad, pero debido a los fuertes vientos producidos y las lluvias intensas, puede ocurrir desde árboles caídos y daños en infraestructura eléctrica, hasta daños severos en viviendas (puertas, ventanas, tejados) o incluso en construcciones industriales (CONAGUA, 2016).

Una *inundación* es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas. Normalmente es consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar

el propio cauce de algún río, o manto acuífero cercano aunque no siempre es este el motivo. Las inundaciones se producen por diversas causas (o la combinación de éstas), pueden ser causas naturales como las lluvias, oleaje o deshielo o no naturales como la rotura de presas. Para entender por qué se producen es necesario entender la dinámica fluvial, pero los daños provocados pueden ser muy graves en hogares y cultivos (Floodup, 2016).

Una *helada* ocurre cuando la temperatura del ambiente es igual o menor al punto de congelación del agua, lo cual generalmente ocasiona daños en la vegetación, para que inicie una helada se requiere una invasión de aire frío, corrientes de chorro y o frentes fríos acompañados de condiciones despejadas y sin vientos, durante los cuales la tierra y el aire en contacto con ella se enfría aún más provocando acumulación de hielo en la vegetación y ambiente en general. En la agricultura una helada ocurre cuando los efectos de las bajas temperaturas afectan la etapa fenológica<sup>16</sup> de los cultivos, en un lapso en el que provoca daños irreversibles en cultivos, pastizales y plantaciones.

Una *nevada* ocurre cuando cristales transparentes de hielo formados alrededor de polvo o de otras partículas presentes en la atmósfera caen a la superficie, su ocurrencia requiere de condiciones de gran contenido de humedad en la atmósfera, por lo que generalmente se presenta en inviernos muy fríos y húmedos. En la agricultura los efectos de las nevadas están ligados a la etapa fenológica en la que se encuentran los cultivos, de la región en la que ocurre, si la nevada es fuerte puede provocar la cristalización del follaje y/o la muerte del fruto.

Finalmente, una *granizada* es un tipo de precipitación que consiste en granos de hielo, la mayor frecuencia de las granizadas en México ocurre entre mayo y agosto, pudiendo extenderse hasta septiembre. Las afectaciones en hogares dependen del tamaño del granizo, así como de la calidad de las construcciones y en la agricultura dependen del

---

<sup>16</sup> La Fenología se refiere estudio de las etapas de desarrollo de los fenómenos periódicos, como la foliación, la floración, etc. y su relación con los cambios climáticos.

Se refiere al registro de la aparición de fenómenos biológicos dependientes del clima, y por tanto, con periodicidad estacional (floración y fructificación de plantas, llegada de aves migratorias, etc.).

tamaño del granizo y su duración, así como de las etapa de los cultivos y/ o plantaciones, ya que su impacto en la vegetación generalmente es destructiva (EIRD, 2016).

Los factores climáticos pueden no relacionarse directamente con la migración, estrictamente, un agricultor que se desplaza por que ya no cuenta con los medios de subsistencia a causa de la degradación de la tierra, o como consecuencia de algún desastre natural, no categorizará las causas de su movimiento como ambientales, sino como económicas; sin embargo la afectación es evidente y el motivo es muy preciso aunque no se reconozca como el principal problema se convierte en el principal motor, es por ello que las perturbaciones ambientales se han considerado como una aproximación a las causas de la migración (Brzosca y Fröhlich, 2015).

El cambio climático es un proceso gradual y natural de la tierra; sin embargo, la actividad humana ha contribuido a intensificar y acelerar sus efectos, al acumular en la atmósfera gases de efecto invernadero. México no es una excepción, sus condiciones orográficas e hidrológicas lo convierten en una de las zonas más vulnerables del mundo por el cambio climático, colocándolo como un fenómeno de importancia global (Greenpeace, 2010).

El cambio climático no es para nada un concepto nuevo; sin embargo, se puede considerar que hace apenas tres décadas se ha entendido como un problema que puede causar serias consecuencias en el futuro, y es sin duda de gran importancia para el planeta y desde luego todos sus habitantes, ya que no se refiere únicamente a la variación del clima, o a aumentos y disminuciones de la temperatura, se trata de un proceso de calentamiento gradual, producido básicamente por acciones humanas; así, eventos climatológicos cada vez más intensos, huracanes de mayor magnitud, ondas cálidas o frías más inclementes, son algunas de las manifestaciones que se estarán observando en el futuro, resultado de reacciones en la actividad humana (Greenpeace, 2010).

A causa del cambio climático algunos lugares en el planeta se volverán inhóspitos, lo que provocará importantes desplazamientos humanos hacia regiones más seguras, debido a la gravedad de las afectaciones por inundaciones, ciclones y sequías. La modificación de

los patrones de precipitaciones nos indica que crecerá la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos.

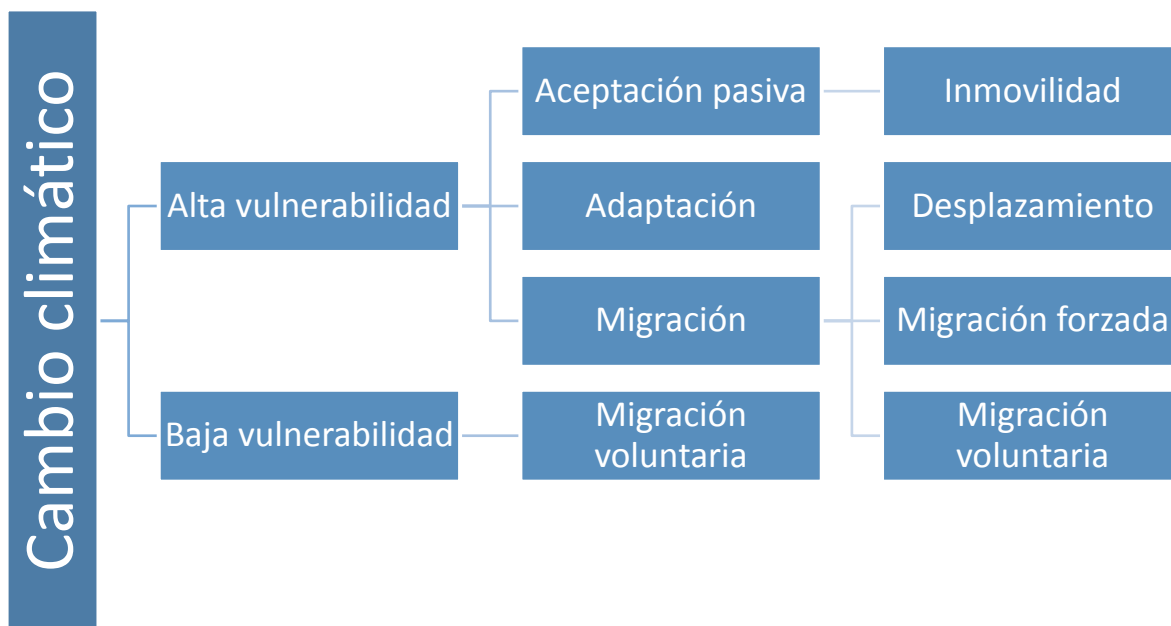
Dado que en esta ocasión los humanos están contribuyendo a la degradación paulatina y calentamiento de la tierra, la migración ya sea temporal o permanente, interna o internacional, debe funcionar como un mecanismo de adaptación, en la actualidad el cambio climático representa una constante amenaza para el ser humano forzándolos a migrar ahora, o en el futuro, ya sea a causa de cambios en la productividad de la agricultura (desabasto de agua) o por la destrucción del patrimonio ante algún fenómeno devastador. Aunque aún se cree que la mayoría de la población buscará refugio en sus propios países, algunos otros optarán por salir al extranjero, lo cual representa un reto para los países, sobre todo en materia de regulación y políticas migratorias (Warner, 2009).

***Existen tres posibles resultados asociados al movimiento de la población al enfrentar eventos climáticos extremos: migración, desplazamiento o inmovilidad. Cada uno corresponde a diferentes factores y representan procesos socioeconómicos, políticos y demográficos.***

Para comenzar a comprender la relación de causalidad existente a continuación se muestra el esquema de los patrones migratorios que adopta la población en respuesta a las consecuencias de la intensificación de eventos meteorológicos, se identifica el nivel de vulnerabilidad de las distintas áreas de acuerdo a sus características geográficas, posteriormente se distingue la posible respuesta de los individuos, es en este punto donde intervienen un sin número de factores para la toma de decisiones, finalmente se identifica también con concepto “migración forzada”, el en cual el individuo se ve obligado a abandonar su hogar puesto que no hay más posibilidades de permanecer y tener medios de subsistencia.



Figura 2. Patrones de migración en respuesta al cambio climático



Fuente: Elaboración propia con base en Brzoska y Fröhlich (2015).

**La vulnerabilidad** se mide a través de analizar la capacidad del individuo para adaptarse ante la exposición e impacto potencial del cambio climático. Dicho término no ha sido tratado con anterioridad, se ha indicado que la vulnerabilidad surge del modelo de desarrollo y aprovechamiento de los recursos, además se ha entendido que para reducirla es necesario implementar estrategias de adaptación al cambio climático, ya que hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social susceptible de ser afectado por un fenómeno meteorológico, y que resulta clave para entender el origen de los desastres. La dinámica de la vulnerabilidad, como elemento multifactorial, debe ser documentada en su pasado reciente y proyectada al futuro para poder hablar de potenciales impactos del cambio climático (INECC y PNUD, 2013).

La **migración por cambio climático**, se puede entender como el efecto de desplazamiento provocado por fenómenos ambientales, como desastres naturales,

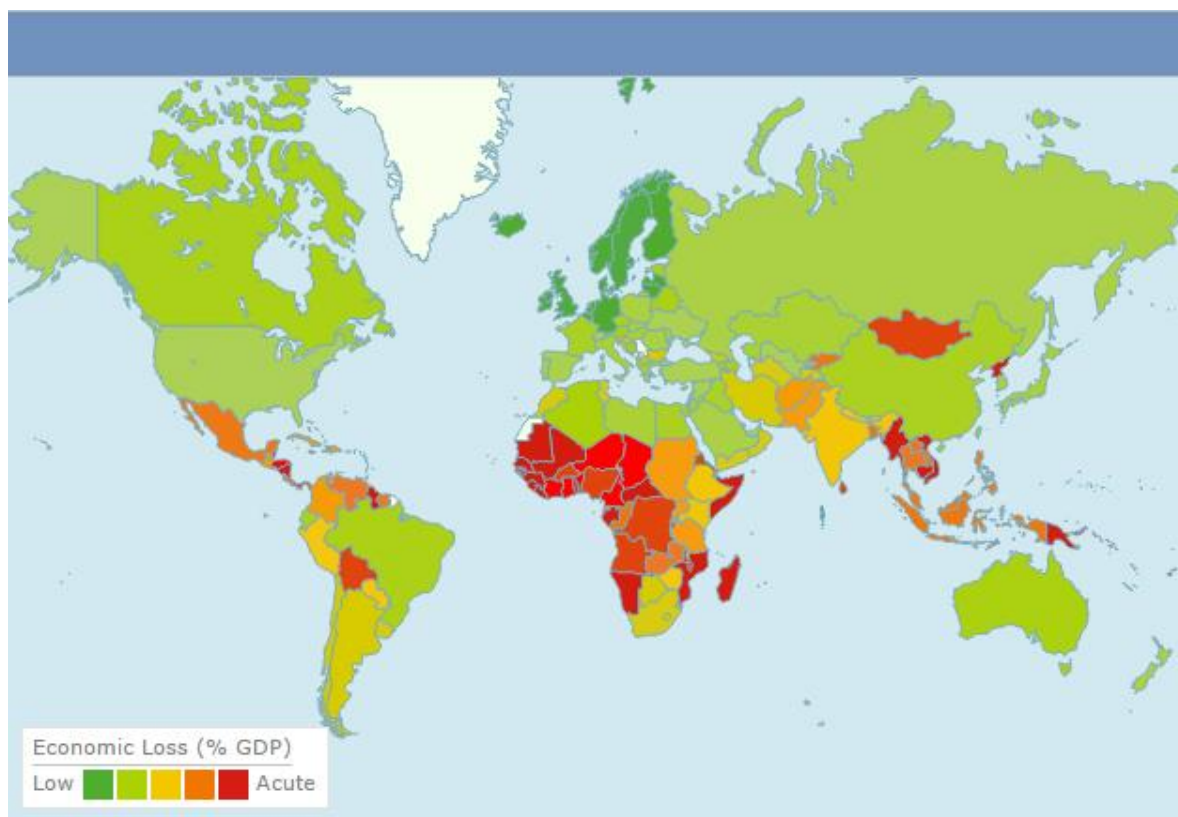
elevaciones de temperatura o inundaciones, lo cual puede causar desertificación o pérdidas económicas y desde luego destruir el sustento de la gente (Deheza, 2011). Por lo tanto, un **migrante por razones ambientales** es toda aquella persona o grupo de personas que se ve obligada a abandonar su hogar a causa de afectaciones repentinas o graduales en el medio ambiente, este movimiento se puede dar de manera temporal o permanente, ya sea dentro de su territorio o hacia el extranjero (OIM, 2012).

### **1.3.2 Evidencia del cambio climático y migración a nivel mundial**

Dado que se han enfocado muchos esfuerzos a conocer las causas del cambio climático, hoy en día se tiene mucha información sobre el tema, sin embargo; pocos son los esfuerzos dedicados al estudio de sus efectos sobre las poblaciones humanas, esto se puede explicar ya que la relación entre ambos elementos es imprevisible y hasta el momento poco se ha profundizado en el tema a nivel micro, el estudio del cambio climático no es nada sencillo y se vuelve más complejo al tomar en cuenta que afecta a las sociedades que disponen de recursos y capacidades diferentes para adaptarse ante condiciones extremas, además, como ya se mencionó anteriormente, el estudio de los motivos de la decisión humana resulta tan complejo y extenso como razones y particularidades existen entre los individuos (OIM, 2008).

Las afectaciones del cambio climático sobre las economías en el mundo son innegables, gracias a información del Monitor de Vulnerabilidad Climática sobre impactos climáticos ha sido posible pronosticar para 2030 las pérdidas económicas tomando como referencia el Producto Interno Bruto de cada país, la figura 3 muestra la clasificación realizada según la pérdida de PIB esperada por causas climáticas, donde es notorio que las economías más desarrolladas presentan también un porcentaje esperado de pérdida bajo, mientras que para las economías en desarrollo este porcentaje incrementa, puede observarse que México está clasificado con una pérdida alta comparada con el resto de las economías (Ver figura 3), se espera una pérdida de 368 billones de dólares por este concepto, mientras que para las economías europeas se espera una pérdida de entre 5 y 14 billones de dólares, Estados Unidos se ubica con una pérdida esperada de 115.7 billones de dólares.

Figura 3. Porcentaje de pérdida de PIB por causas del cambio climático 2030



Fuente: Foro de vulnerabilidad climática, (2016).

Las observaciones sobre la influencia del cambio climático sobre la migración no es un tema nuevo; sin embargo, en 1990 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), observó que la migración humana podría ser la consecuencia más grave del cambio climático, ante esta afirmación se reconoció que millones de personas tendrían que cambiar su residencia a causa de los cambios en el ambiente, tales como la erosión de la línea costera, las inundaciones del litoral y los estragos provocados en la agricultura. Desde entonces el estudio de dicha relación ha cobrado importancia y <<*muchos analistas han intentado estimar el volumen de los futuros flujos de migrantes climáticos, la mayoría de las predicciones para 2050 giran en torno a los 200 millones de personas*>> (OIM, 2008:9).

De igual forma nuevas investigaciones empíricas indican que los cambios en el medio ambiente juegan ya un papel importante en el fenómeno migratorio, y podría esperarse que en la medida en que el problema climático se incremente también lo harán los

movimientos migratorios (Elsevier, 2009). Se prevé que los cambios climáticos extremos tenderán a incrementar la vulnerabilidad de la población, especialmente en aquellas regiones subdesarrolladas, que aún carecen de recursos para responder ante contingencias de tal magnitud, las principales áreas de interés son los países en desarrollo los cuales dependen en gran medida de recursos naturales para subsistir (Gutiérrez y Montes, 2012).

El problema toma relevancia a partir de sucesos observados en el mundo, por ejemplo en Nuevo Orleans en 2005 el huracán Katrina desplazó hacia México a muchos de sus residentes durante meses y en algunos casos hasta años, por la misma causa el estado de Texas recibió más de 250,000 migrantes y la población de Nueva Orleans disminuyó en un 24.5% (Foresight, 2011).

Aunque no se conoce con exactitud la magnitud del problema, en 2009 la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) dijo que en las próximas cuatro décadas el número de desplazados ambientales llegaría a los mil millones. En 2002, el Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) dijo que podría haber 24 millones (CNN México, 2010).

**La temperatura de la superficie del planeta ha incrementado aproximadamente 0.74°C en el pasado siglo.** Esto ha traído como consecuencia incrementos en el nivel del mar a causa de la dilatación térmica y deshielo de los glaciares, adicionalmente se han observado varias manifestaciones de cambios a causa del aumento de las temperaturas; por ejemplo, las temperaturas árticas invernales han aumentado hasta 5°C en algunas zonas, lo que supone siete veces la media de incremento medio anual (Greenpeace, 2010).

Las afectaciones en América Latina y el Caribe están más vinculadas hacia el incremento en la frecuencia de huracanes y aumento en la temperatura de los océanos, lo cual se traduce en más energía disponible para ciclones tropicales y una mayor evaporación se traduce en precipitaciones más intensas, se espera un incremento desmesurado de las precipitaciones en algunas zonas, causando desbordamientos e inundaciones, se prevé

que el monzón de Asia Meridional se irá recrudeciendo y que para 2050 las precipitaciones serán 20% más abundantes. Desafortunadamente éstos no son los únicos estragos que se generalizarán por el mundo, inminentes crisis sanitarias se acrecentarán a consecuencia de los cambios en el ambiente, incrementando además la mal nutrición, enfermedades diarreicas, e incrementando brotes de enfermedades infecciosas como la malaria.

El cambio climático ya está produciendo cambios irreversibles, un incremento de la temperatura de solo 1.5°C podría conducir al derretimiento irreversible de la capa de hielo en Groenlandia y llegar a los 2°C significaría riesgos catastróficos, algunos estudios muestran resultados contundentes que indican que el nivel del mar puede aumentar 1.4 metros, superando cualquier estimación realizada (Greenpeace, 2010).

En los últimos 20 años el 90% de los fenómenos naturales que acaban en desastres han sido provocados por sequías, inundaciones y tormentas, pasando de 200 a 400 eventos registrados por año. El número de migrantes a causa del cambio climático varía en medida, pero de acuerdo a datos del ACNUR la población mundial de desplazados fue de 25.9 millones a principios de 2012, de los cuales 10.4 fueron refugiados y 15.5 millones fueron personas desplazadas internamente (Riera, 2013). Para 2013 el número de desplazados se contabilizó en 21.9 millones de persona, donde los países en desarrollo representaron el 97% entre 2008 y 2013 (IDMC, 2014).

Además entre 2008 y 2013 los eventos que causaron el desplazamiento de más de 100,000 personas fueron mega eventos (34 en un total de 60 eventos) que desplazaron a 116 millones de personas. Actualmente Asia ha sido la región donde se han registrado más desplazamientos ambientales, al registrar a más de 19 millones de personas desplazadas durante 2013. América se ubica en el tercer lugar registrando 892,000 personas desplazadas sólo durante 2013. En cuanto a los países con mayores desplazamientos encontramos a China, India, Filipinas y Pakistán encabezando la lista, con un total de 54.25, 26.18, 19.41 y 13.76 millones de desplazados respectivamente, México se ubica en el lugar 15, registrando 2 millones de migrantes ambientales (Ochoa y Ayvar, 2015).

Ahora bien, es posible hacer una distinción entre los fenómenos que han representado un mayor riesgo durante el periodo de 2008 a 2013: peligros hidrológicos (como inundaciones), y meteorológicos (tormentas o ciclones), pero hasta el momento se ha detectado que son las inundaciones las que han causado un mayor desplazamiento de personas con un total de 93.3 millones en éstos cinco años, seguidas de las tormentas que han alcanzado 44,900 migrantes, cada región presenta condiciones distintas y desde luego fenómenos de diferentes intensidades, se ha considerado también la magnitud que pueden tener las sequías las cuales también plantean desafíos adicionales (Ochoa, Ayvar, 2015).

### **1.3.3 Evidencia del cambio climático y migración en México**

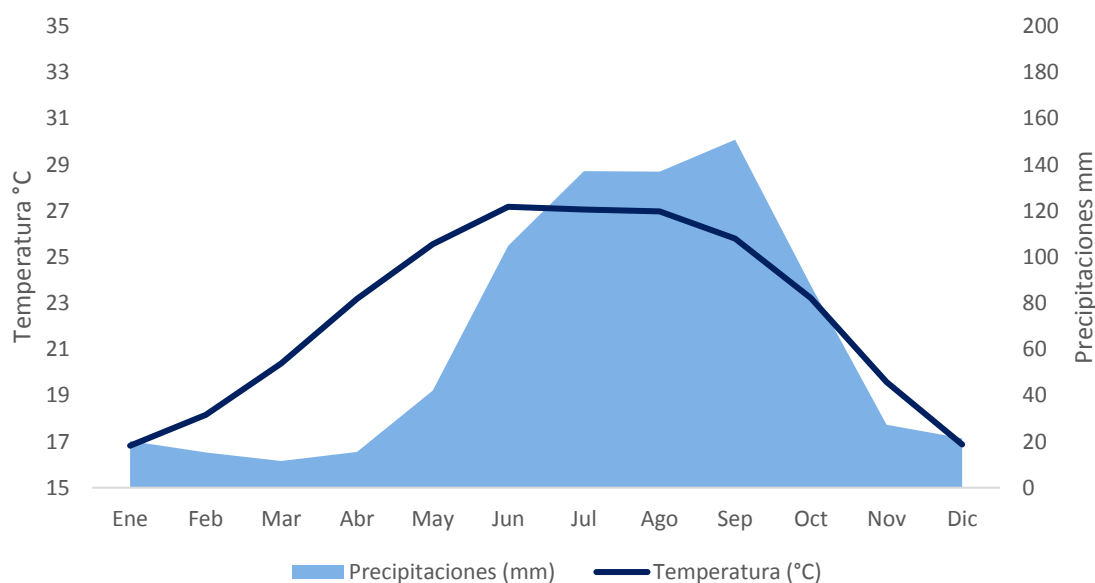
En México la variabilidad del clima y los patrones de lluvia están provocando sequías, inundaciones, tormentas e incrementando los niveles del mar, lo cual agrava el panorama social, político y económico de país (Deheza, 2011). México se ubica en el lugar 48 del índice de riesgo climático global que cubre los años del 1993-2012 Global Climate Risk Index (2014), y por el lado de las costas, está expuesto a huracanes originados en los océanos, algunas proyecciones muestran que el incremento de la temperatura en México alcanzará entre 1.5°C y 4°C sobre todo en el norte y noreste de México, en cuanto a las lluvias se espera un decremento de entre -5.7 a -17.8%, en la región norte (Galindo, 2010:16).

El abastecimiento de agua es un tema sin duda importante para el análisis dado que las zonas áridas y semiáridas del país se verán afectadas severamente ante un creciente calentamiento del ambiente, ya que actualmente el 47% del territorio mexicano se ve afectado por la desertificación, es notable el retraso de las lluvias en algunas regiones y esto sin duda afecta a la agricultura, y dado que se prevé un incremento del consumo de agua por habitante, puede convertirlo en un problema realmente grave, lo cual incrementaría la vulnerabilidad de las ciudades, adicionalmente se estima que en 2013, 11 millones de personas vivían en regiones semidesérticas y áreas de sequías extremas, a esto se suman estimaciones que indican que para 2020 la cantidad de tierra no

cultivable incrementará probablemente en 4.2% debido a las sequías, y se espera que los terrenos de pastoreo disminuyan en 6% (Aguilar, 1995; Deheza, 2011).

Para ilustrar de mejor manera la problemática anterior, es importante evaluar cómo el clima ha variado en México los últimos años. La gráfica 1 muestra la media mensual histórica de la temperatura y precipitaciones de 1990 a 2012. Las temperaturas más altas se alcanzan durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre; sin embargo, año tras año según datos de Climatic Research Unit (CRU) of University of East Anglia (UEA), se ha registrado un incremento paulatino de la temperatura a la vez que disminuye el nivel de precipitaciones.

Gráfica 1. Promedio mensual de temperatura y precipitaciones en México 1990-2012



Fuente: The World Bank Group (2016).

Los mayores impactos del cambio climático se han observado en el sector agrícola, dado el incremento de los desastres relacionados al cambio climático, entre 1980 y 2005 las afectaciones fueron responsables del 80% de las pérdidas económicas en el sector, y que además la tierra cultivada asegurada en México disminuyó de 40% a 10% entre 1990

y 2000, además fue en éste periodo donde se duplicaron los daños a los cultivos causados por eventos climáticos (Saldaña y Sandberg, 2009).

Algunos de los efectos del cambio climático en México se reflejarán en los asentamientos costeros, además se prevén afectaciones en materia de salud, principalmente manifestados en dos vías, primero un aumento de la mortalidad debido a las altas temperaturas, y después un cambio en la distribución de varias enfermedades infecciosas (mosquitos y otros parásitos). Se ha planteado además, que estas afectaciones llegarán principalmente a zonas tropicales, subtropicales y algunas de las zonas templadas más desprotegidas, dentro de los estados más vulnerables figuran Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Jalisco y Sinaloa (Kalkstein, 1991).

Las predicciones apuntan a que los estados que se encuentran en más riesgo son Chihuahua, Tamaulipas, Jalisco, Estado de México y Tabasco, los cuales se ubican con una vulnerabilidad alta, dentro de los estados con vulnerabilidad media, encontramos a Baja California, Sinaloa, Culiacán, Nuevo León, Michoacán, Guanajuato, Guerrero, Puebla, Veracruz, Chiapas y Quintana Roo, el resto de los estados aún se ubican en un grado de vulnerabilidad bajo y muy bajo (Albo y Ordaz, 2011).

En un estudio realizado por la Ley Mexicana de Modelación del Clima se desarrollaron un conjunto de proyecciones bajo distintos escenarios y distinguiendo entre la naturaleza de los fenómenos climáticos en inundaciones, deslaves, sequías, entre otras. Los resultados se muestran en cuadro 1, el cual permite observar el número de municipios que presentan un alto riesgo de desastre ante diversos fenómenos naturales, el estudio reveló que existen 1,385 municipios en ésta categoría y que las afectaciones llegarían a 27 millones de habitantes.



Cuadro 1. Diagnóstico de riesgos y vulnerabilidad ante el cambio climático

<b>Evento</b>	<b>Número de municipios</b>	<b>Millones de habitantes</b>
<b>Inundaciones</b>	824	61
<b>Deslaves</b>	283	4
<b>Sequías</b>	1,202	54
<b>Disminución de rendimientos por precipitación</b>	548	29
<b>Disminución de rendimientos por temperaturas</b>	545	27
<b>Ondas de calor</b>	1,020	43
<b>Transmisión de enfermedades</b>	475	15
<b>Total</b>	2456	112

Fuente: Ochoa y Ayvan (2015).

En México actualmente muchas regiones se encuentran abandonadas por los campesinos que han optado por desplazarse hacia zonas urbanas, pero aún es imposible aseverar que éste fenómeno ha tenido que ver con elementos relacionados al cambio climático, hasta el momento se ha asociado a factores económicos, los cuales están relacionados directamente con la capacidad y oportunidades de producción y consumo que encontramos en las regiones rurales de nuestro país, y es que en México las manifestaciones del cambio climático se suman a las condiciones estructurales de pobreza, según datos oficiales el 46.2% de la población vive en situación de pobreza y otro 10.4% en pobreza extrema (Ruiz, 2012).

Además de esto, se sabe que durante la década de los noventa más del 90% de las personas que fallecieron por los efectos de fenómenos naturales perdieron la vida en huracanes, sequías, tormentas e inundaciones y que alrededor de 20 millones de personas habitaban áreas susceptibles al impacto de huracanes (Landa, 2008). Además los impactos más significativos del cambio climático se darán en zonas agrícolas donde las principales afectaciones se reflejarán en la seguridad alimentaria y el empleo, esto

debido a que el sector es muy sensible a cambios graduales en la temperatura y precipitación (INE-SEMARNAT, 2006 y Fetzek, 2009).

Adicionalmente, encontramos al inminente incremento poblacional, lo cual presionará la demanda potencial de satisfactores básicos a la alza, como el abastecimiento de agua, alimento y energía. Según los pronósticos para 2025 los estados con mayor crecimiento poblacional serán Chiapas, Veracruz, Puebla, Estado de México, Michoacán, Guanajuato y Jalisco, en la parte norte se ubican Baja California y Chihuahua, siendo éstos últimos los que presentan una mayor vulnerabilidad por ubicarse en la parte norte, mientras que los estados del centro se consideran aún con vulnerabilidad media (Aguilar, 1995).

La capacidad de las ciudades de incrementar los satisfactores básicos, por ejemplo de alimentos es una preocupación para México, tomando en cuenta que en los últimos años México no ha sido capaz de satisfacer la demanda interna e importa cerca del 50% de los alimentos que consume, a pesar de contar con recursos y potencial agrario, si a esto sumamos futuros incrementos poblacionales obligarán a una mayor dependencia de importaciones.

#### **1.3.4 Cambio climático y migración en Michoacán**

La finalidad del presente trabajo es analizar la situación específica del estado de Michoacán, y encontrar evidencia empírica que indique la relación entre migración y cambio climático, por ello resulta interesante realizar una breve descripción de la situación migratoria histórica, así como las tendencias actuales y de las dificultades que se enfrentan a causa de cambios ambientales en la actualidad.

Dentro de las principales causas que contribuyen al fenómeno de la migración en el estado de Michoacán encontramos la falta de oportunidades de trabajo, el estado presenta serios problemas de inseguridad y poco apoyo al sector agropecuario, dada la degradación de las tierras de cultivo, en algunos lugares el bajo nivel de desarrollo económico motiva el movimiento en busca de mejores oportunidades de superación, de ésta manera se ha ubicado al estado en el segundo lugar a nivel nacional en expulsión de migrantes (García, 2013).

El estado de Michoacán históricamente ha mostrado una elevada movilidad poblacional, conjuntamente dadas las observaciones realizadas, muestra incidencia constante de sequías, además figura como uno de los estados con vulnerabilidad media ante cambios climáticos, en contraparte se pronostica que para 2025 será uno de los estados con mayor concentración poblacional total y urbana, lo cual lo convierte en un caso de interés ante la inminente interrogante sobre su capacidad de carga y su movilidad poblacional continua (Aguilar, 1995).

Michoacán es un estado con peculiares características, si nos remontamos primeramente a la historia de la migración en Michoacán veremos que no es un problema para nada reciente, la movilidad se ha desarrollado principalmente de manera internacional, específicamente hacía Estados Unidos, en las primeras décadas del siglo XX, el estado contaba con una concentración demográfica importante, un desarrollo mediano y se encontraba bajo un régimen que privilegió a otras zonas del país, Michoacán no fue del todo beneficiado por las leyes de desamortización, de modo que la mayoría de los campesinos michoacanos trabajaban anclados a su tierra bajo un esquema de deudas impagables (Pedraza *et al.*, 2013).

Así pues, es notable que desde los inicios de la migración en el estado están presentes los fenómenos ambientales como impulsores de los desplazamientos, ocasionando el abandono de las tierras, ésta tendencia se ha mantenido a lo largo de las décadas y aunque la migración se ha registrado mayoritariamente hacia Estados Unidos, la tendencia siempre es moverse hacia zonas industriales o centros de comercio, donde las oportunidades de empleo y desarrollo son más elevadas.

Durante la época de la revolución mexicana, muchos michoacanos se vieron forzados a migrar en busca de refugio y de oportunidades de trabajo dados los conflictos armados del país, no obstante el gobierno de Francisco I. Madero expidió la ley del 18 de Diciembre de 1911, en la que se le confieren poderes para la adquisición de tierras con el propósito de darlas a cultivar a los que regresaran, estableciendo con ello una política de extradición que concibe la emigración de mexicanos a Estados Unidos como un problema nacional. Pero durante el gobierno del presidente Álvaro Obregón la situación migratoria volvió a tomar fuerza, y el desplazamiento de personas fue notorio e importante, en este momento se consideraron como determinantes las necesidades económicas, además de la búsqueda de mejores oportunidades y una buena calidad de vida (Pedraza et al., 2013).

*<<Las crisis agroalimentarias que se desataron durante el Porfiriato tocaron duramente a Michoacán. Durante los 19 años de gobierno de Aristeo Mercado (1892-1911) se dieron por lo menos dos periodos de fuerte escasez de productos básicos: 1891-1892 y 1908-1910, ambos motivados por fenómenos naturales que afectaron las cosechas temporales de maíz, trigo y otros alimentos (Sánchez, 1984, 27), teniendo la necesidad de importar hasta 200 mil toneladas anuales de maíz (De la Torre Villar, 1978, 23-19), incrementando por tanto su precio, mientras en años normales se cotizaba la fanega de maíz en Michoacán, entre uno y cuatro pesos según la temporada, en los ciclos de escasez, como en 1895, 1906 y 1909, alcanzaba hasta los once o quince pesos (Sánchez, 1984, 32-38).>>(Pedraza et al., 2013:56)*

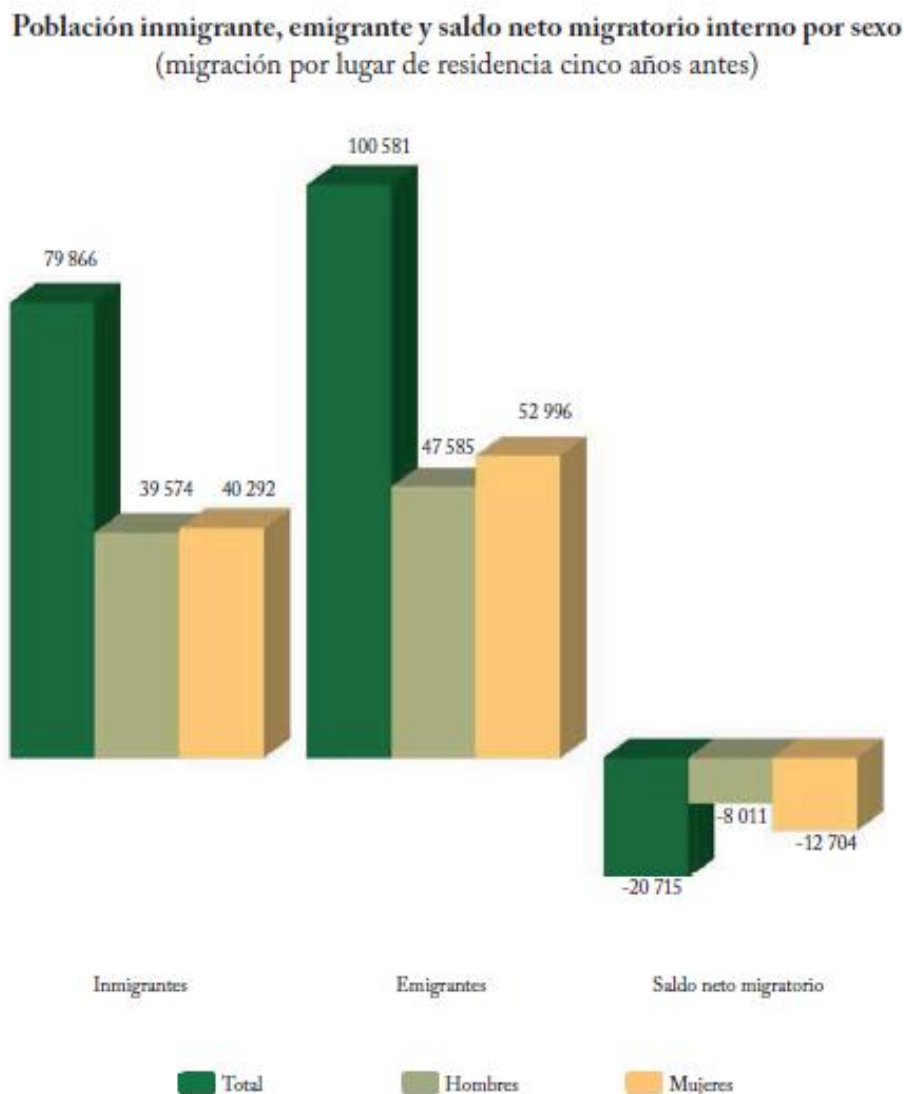
Las décadas de 1960 y 1970 se caracterizaron por que Estados Unidos impuso más restricciones a la migración tras un largo periodo de “migración ilegal admitida”, las barreras se volvieron más complicadas y socialmente la migración en Michoacán y en el país entero se da de manera familiar, es decir, la decisión era consensada y el movimiento era radical, ya que quien migraba con su familia completa muy difícilmente

tendría incentivos para volver. De ésta manera se establecen grandes redes familiares, amistosas y de compadrazgo que acentúan el flujo migratorio, de modo que en 2002 Michoacán fue considerado por la CONAPO como una de las entidades que tienen la proporción más alta de municipios clasificados como de alto y muy alto nivel de intensidad migratoria, pues el 66% de los municipios en el estado se encuentran en éstos rubros (Pedraza et al., 2013).

Es evidente que la decisión de migrar es poco generalizable dado que cada individuo tendrá razones específicas que lo impulsen a moverse o a permanecer. Como se podrá notar hasta este momento, se han considerado incentivos a la migración de tipo económico y social, a pesar de que los desastres naturales han estado presentes desde el inicio del estudio de las migraciones, no han sido considerados dentro del análisis de manera profunda; es por ello que la finalidad del presente trabajo es lograr una aproximación en la estimación de probabilidades de migración en el estado de Michoacán dados los fenómenos provocados por el cambio climático, se busca con ello introducir al análisis variables de tipo cualitativo además de los cuantitativos.

Con la finalidad de ampliar el marco de referencia del comportamiento de la migración en el estado a continuación se presentan algunas estadísticas tomadas del censo de población y vivienda 2010 publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el siguiente gráfico muestra la proporción de población migrante e inmigrante:

Gráfica 2: población inmigrante, emigrante y saldo neto 2010



Fuente: INEGI (2010).

De manera general, se puede observar que en 2010 se registraron un total de 79,866 personas que llegaron a residir a Michoacán provenientes de otras entidades del país, así mismo 100,581 personas que cinco años antes vivían en Michoacán cambiaron su residencia, lo cual representó una migración de 20,715 personas (ver gráfica 2). Los municipios que muestran mayor recepción de población migrante son: Briseñas, Coahuayana y Vista Hermosa con 55.6%, 34.3% y 31% respectivamente, cabe destacar que éste dato sólo nos indica qué porcentaje de la población que actualmente reside en

Michoacán, nació en otra entidad federativa, en contra parte, los municipios con menor recepción de migrantes son Nocupétaro y Chilchota (representando el 2%).

Así mismo es importante destacar que la tendencia de recepción en el estado ha incrementado gradualmente, en 1990 el porcentaje de la población que nació en otra entidad representaba el 7.9% de la población total, mientras que en 2000 y 2010 se registraron 8.9 y 10.1% respectivamente.

## **1.4 Modelos de migración y cambio climático**

### **1.4.1 Modelación de migración y cambio climático**

Para lograr una comprensión más adecuada del vínculo entre migración y cambio climático a continuación se describen algunas regularidades, así como diversos estudios que han encontrado evidencia de dicha relación.

Actualmente el estudio del cambio climático como impulsor de la migración se ha convertido en un tema intrigante, es así como se han desarrollado métodos de modelado para intentar dar una explicación e incluso una predicción sobre el comportamiento migratorio, *“hasta el momento las técnicas de modelado empírico son la única simulación eficaz de las migraciones motivadas por una compleja combinación de riesgos y oportunidades”* (Smith *et. al.*, 2008: 58).

Para realizar estimaciones con un carácter tan especial se pueden utilizar modelos basados en agentes (MBA), para relacionar los efectos del cambio climático sobre la migración, de hecho, se plantea que los individuos valoran su situación personal, el riesgo que corren a causa del clima, y desde luego toman en cuenta la opinión de los seres que los rodean y su capacidad para actuar, de esta forma se supone que tomarán la mejor decisión para conseguir sus objetivos. Es por ello que estos modelos resultan herramientas útiles para analizar el comportamiento de las personas, el cual cambia dependiendo de situaciones emergentes.

Si se desarrolla un modelo que simule los flujos migratorios actuales, se podrá investigar hasta qué punto las causas de la migración se encuentran en el clima y qué umbrales y

valores de las condiciones climáticas motivan las migraciones. Según estos resultados, podrá emplearse un modelo parecido para identificar los contextos en los que existe una gran probabilidad de que la comunidad y la población emigren. “... se puede adoptar un modelo basado en agentes para elaborar una predicción, más detallada de lo que antes hubiera sido posible, sobre el número de personas que deben reubicarse como resultado de las condiciones medioambientales” (Smith *et al.*, 2008: 59).

Se han mostrado metodologías para realizar modelos basados en los MBA para los cuales se han usado como ejemplo variables de respuesta binaria como: experiencia migratoria previa, edad, sexo, etnia e independencia como variables de estudio, concluyendo que dichas estimaciones no resultan sencillas; sin embargo, logrando resultados confiables los modelos basados en agentes (individuos) pueden ayudar a desarrollar verdaderas estrategias de adaptación que pueden aliviar las presiones impuestas en ciertas regiones por efectos del cambio climático (Smith *et al.*, 2011).

Los modelos de elección discreta permiten realizar este tipo de cálculos, ya que a diferencia de los modelos econométricos tradicionales, éstos requieren de una codificación de datos cualitativos de manera que sean susceptibles a ser modelados utilizando técnicas econométricas. Los modelos se distinguen dependiendo del número de alternativas disponibles para cada variable en respuesta dicotómica o respuesta múltiple, de este modo se reconocen los modelos de probabilidad lineal, los modelos probit y los modelos logit, de los cuales se hablará más extensamente en el capítulo 2.

#### **1.4.2 Modelos de migración y cambio climático en economías menos desarrolladas**

El estudio de la relación entre cambio climático y niveles de ingreso constituye un importante elemento de análisis (Seo, 2010) realizó análisis para América Latina, en el cual concluye que cuando uno o más miembros de la familia migran, en busca de una mayor diversificación de sus fuentes de ingreso, el proceso se ve como una estrategia de adaptación o compensación para los hogares agrícolas. Además se plantea que un cambio en las tendencias de producción puede ser una respuesta más efectiva ante



cambios climáticos; por ejemplo, cambiar el sistema agrícola tradicional por uno especializado o por un sistema ganadero. Dado que los hogares siempre buscarán minimizar los efectos negativos del cambio climático e incrementar sus fuentes de ingreso, algunos lograrán emplear estrategias adaptativas más eficaces que otros.

Por otro lado (Hertel y Rosch, 2010), ofrecen un estudio muy completo acerca de cómo el cambio climático afecta a la agricultura y a la pobreza de las economías menos desarrolladas, distinguiendo entre tres diferentes metodologías para estimar los impactos del cambio climático: modelos de simulación de crecimiento de cultivos, modelos estadísticos y modelos hedónicos.

Los modelos de simulación de cultivos se usan generalmente para predecir impactos de futuros cambios climáticos basados en calibraciones de datos intensivos, como calidad de suelo, disponibilidad de agua, temperatura, tipo de cultivo, espacio de cultivo, etc. Sugieren que fuertes impactos asimétricos del cambio climático sobre los rendimientos de la agricultura entre las economías desarrolladas y las economías en desarrollo pueden depender del consumo corriente y de las brechas de producción, y que el incremento de la variabilidad del clima incrementa los riesgos (Lilleor y Van den Broeck, 2011).

Los modelos estadísticos usan una gran cantidad de datos nacionales o regionales para examinar relaciones entre agricultura y clima, aunque se ha considerado que esta clase de modelos no pueden tomar en cuenta estrategias adaptativas o compensatorias poco comunes y tienden a exagerar los daños asociados al cambio climático, toman en cuenta las estrategias adaptativas más comunes y brindan una referencia aceptable. Finalmente, los modelos hedónicos asumen que el valor de la producción y cada cambio que ocurra en ella será afectada en los factores de la producción (la tierra); sin embargo no consideran que los factores climáticos tengan influencia sobre la tierra, por lo que han sido ampliamente criticados.

### **1.4.3 Modelos basados en macro datos**

Los modelos basados en datos macroeconómicos tienden a analizar impactos sobre el crecimiento económico de las economías y el ingreso ante cambios en la temperatura y

las precipitaciones, sin embargo no miran hacia aspectos muy específicos de las economías, Barrios et al.(2006), examinaron el cambio climático en términos de las tendencias de decrecimiento de las lluvias que habían tenido lugar en Sub-Saharan África, comparándola con otras 78 economías desarrolladas en el periodo de 1960 a 1990, los datos tomados para el análisis se estructuraron en intervalos de cinco años para evitar problemas de dependencia temporal. La hipótesis básica del estudio fue que ciertas condiciones climáticas obligan a la gente originaria de áreas rurales hacia áreas urbanas.

Las variables utilizadas en el modelo fueron urbanización, población del país, tamaño del área del país, producto interno bruto, grado de apertura, intensidad de las lluvias presentes y además se consideraron impulsores adicionales de carácter político como los años de guerra y democracia. La variable dependiente fue la tasa de urbanización y se utilizó una función logarítmica. Los principales resultados indicaron que las lluvias han actuado incrementando las tasas de urbanización en el área, lo cual no ha ocurrido en otras partes del mundo, aunque el análisis concluye que el vínculo entre lluvias y urbanización fue reforzada después de la independencia de los países africanos, a causa de un incremento de las legislaciones que prohibía la migración interna de nativos africanos.

Una continuación del estudio de Barrios et al.(2006), fue realizado por Marchiori et al., (2012) en la región Sub-Saharan África, concluyendo que los eventos climatológicos han contribuido a la migración desde zonas rurales hacia zonas urbanas, además observaron que la migración internacional e interna son problemas ligados, y que la migración internacional se dará siempre y cuando la decisión se considere económicamente óptima, y cuando el país afectado por eventos climáticos este geográficamente, cultural o socialmente cercanamente relacionado a otro país destino.

Posteriormente Joseph y Wodon (2013) realizaron un estudio para Yemen, luego de observar que existe una amplia gama de elementos que influyen en la decisión de migrar, además las características demográficas y socio económicas del área han provocado una gran movilidad en las últimas décadas, partiendo de la evidencia existente de los efectos

del cambio climático sobre los desplazamientos humanos, se desarrolló un modelo que relacionaba los datos del último censo de población en Yemen de 2004, con una base de datos climáticos, así como otra clase de información geográfica, la finalidad fue explicar el fenómeno migratorio a través de dos modelos.

Los flujos migratorios usualmente son analizados usando modelos que toman en cuenta todos los movimientos realizados entre áreas, es decir se consideran variables como el número de migrantes que van de un lugar  $j$  a un lugar  $i$  dentro de un periodo específico de tiempo, así para efectos de éste modelo se planteó una ecuación que relaciona la proporción de individuos que deciden migrar de un lugar a otro, multiplicado por la probabilidad de que elijan un destino u otro, ésta relación ayudaría a analizar dos procesos referentes a la decisión de migrar o no.

De ésta forma realizaron dos modelos el primero ayudaría a aclarar los determinantes de la migración, mientras que el segundo se orienta a la explicación del área de destino dada la decisión de migrar (centrándose en la probabilidad de migrar). La muestra incluyó 333 observaciones (distritos), dada la limitada información disponible, y se plantearon las siguientes ecuaciones, la primera se orienta a la búsqueda de factores de atracción y expulsión, mientras que la segunda se orienta únicamente a los factores de atracción, centrándose en el área de destino:

$$m_{ij} = \alpha + \beta'(d_{ij}, X_i, X_j) + \varepsilon_{ij} \quad \text{Modelo 1}$$

$$c_{ij} = \gamma + \delta'(d_{ij}, X_j) + \varepsilon_{ij} \quad \text{Modelo 2}$$

La información fue construida en matrices con los 333 distritos disponibles con un total de 110,556 observaciones, cabe destacar que el censo también contenía información demográfica y socioeconómica, como nivel de educación y ocupación, además se consideraron índices de pobreza, la edad de los individuos se dividió en dos grandes grupos (de 14 a 22 y de 20 a 40 años).

Los resultados indicaron que para el grupo de 20 a 40 años, la inmigración es ligeramente más alta en áreas con menores temperaturas y más lluvias, aunque no pareció haber una clara relación entre valores medios de temperatura y lluvias con las tasas de migración, de manera que la relación parece más fuerte para la inmigración que para la emigración, aunque la inmigración parece responder solamente para las variaciones de la temperatura.

Adicionalmente se planteó un modelo cuya variable dependiente fue el número de migrantes desde cada uno de los posibles orígenes hacia cada uno de los posibles destinos dividido por la población total del distrito de origen, los resultados sugieren que tanto los factores de atracción como los de expulsión juegan un papel importante en la movilidad y que entre los factores de atracción más significativos encontraron que la gente tiende a moverse hacia ciudades más urbanizadas y con mejores niveles educativos, así mismo, aquellos lugares con tierras mejor irrigadas atraen a más población. Pese a que los resultados obtenidos no arrojaron evidencia contundente de que los cambios climáticos afecten de manera determinante en la migración, se obtuvo evidencia de que los distritos con mayor variabilidad en las temperaturas son menos atractivos.

Los resultados principales del estudio mostraron que las lluvias son estadísticamente significativas para movimientos cortos, registrando menor migración hacia zonas con lluvias más intensas, aunque aún los efectos tienden a ser pequeños. Las temperaturas medias y las lluvias parecieron no tener impacto en las áreas de origen sobre las tasas de migración, el papel de los factores de atracción parece ser mucho más importante que los factores de expulsión, la distancia hacia el destino explica una gran variación de las tasas de migración (lo cual es de esperarse ya que representa en gran medida a los costos de la migración), las variables educativas resultaron tener un rol especial en la migración, además parece evidente que los factores socioeconómicos (costos de la migración y atributos del lugar de destino) juegan un papel mucho más importante explicando la migración en Yemen que los factores climáticos, ya que los resultados sugieren que las variables climáticas no explican más del 10 o 14% de las variaciones de las tasas de migración entre distritos.

#### **1.4.4 Modelos basados en micro datos**

Los modelos basados en datos microeconómicos reconocen la gran heterogeneidad de información existente entre regiones y países, así como la complejidad de las relaciones existente entre los diversos factores impulsores de la migración; de esta forma, existen estudios que se han enfocado a encontrar una relación migración-cambio climático de manera estadística, realizando un análisis incluso a nivel individual. Estos modelos tienden a encontrar resultados más concluyentes sobre los efectos de los cambios de temperatura y lluvias sobre los niveles de ingreso de la agricultura (Lilleor y Van den Broeck, 2011).

Por otro lado Martín et al. (2014) analizaron a la migración ligada al clima en Bangladesh, realizaron un planteamiento diferente, intentaron dar una visión más cercana al comportamiento de ciertos aspectos de la migración, al observar que la visión tradicional deja de lado la naturaleza de la migración como un intento de sobrevivencia ante una variedad de oportunidades y limitaciones socioeconómicas y ambientales. El estudio se basa en un análisis del comportamiento, parcialmente influenciado por la nueva economía de las migraciones (Stark y Bloom, 1985), el cual asegura que la decisión de migrar no se toma de manera aislada sino en conjunto con familiares, amigos o conocidos.

Construyendo un marco de estudio del comportamiento, se mira de cerca a las variables socio cognitivas que influyen la decisión de migrar de la gente bajo condiciones de incertidumbre, basado más en comportamiento desde el punto de vista psicológico que económico. El propósito es tratar al comportamiento como un antecedente directo de las decisiones de cada individuo, los factores considerados en el estudio se describen a continuación:

**1. Creencias ambientales:** Probabilidad y severidad percibida de las amenazas del impacto climático y presiones ocasionadas por desastres naturales.

**2. Factores del comportamiento:**

- a) Actitudes de migración: Evaluación de las opciones de migración y su eficacia como una opción de sustento.
- b) Creencias sobre el control de la migración: expectativas generalizadas acerca del control de los efectos de los eventos climáticos y los recursos disponibles para la migración.
- c) Normas personales para la migración: autoconcepción y nivel percibido de riesgo o innovación.
- d) Normas sociales para la migración: influencias y confianza en las fuentes de aviso, tradiciones y factores culturales.

Por lo tanto, el estudio no solo toma en cuenta relaciones costo-beneficio sino que considera la manera en que la gente percibe los cambios y las posibilidades de respuesta y acción de acuerdo a la aceptación sociocultural después de su decisión.

Para el estudio se consideraron tres distritos de Bangladesh, eligiendo 14 villas basándose en su exposición a fenómenos climáticos y desastres ocasionados en el área, se semiestructuraron 20 entrevistas, cubriendo información básica como características geográficas del área, población, sustento, instituciones educativas, acceso a servicios de salud, tipos de problemas medioambientales y patrones de cultivo. Las preguntas sobre eventos climatológicos incluyeron inundaciones, sequías, erosión de ríos, salinidad del suelo y ciclones. El grupo de estudio incluía líderes y ancianos a quienes se les hizo la entrevista con la finalidad de obtener información detallada sobre migrantes y sus hogares y cómo han cambiado sus condiciones de vida en los últimos años, el enfoque principal fue hacia factores que han llevado a la migración y cómo los efectos de los desastres climáticos han influenciado a los patrones de migración, estas entrevistas proveyeron aspectos cognitivos sobre la decisión de migrar, aun así se considera que el estudio resultó limitado al reconocer y analizar los cambios percibidos que influencia a la migración

Los resultados obtenidos muestran que las tendencias de empleo y medios de subsistencia han variado, en el pasado los medios de subsistencia se orientaban a la agricultura y a la pesca, en la actualidad, dependiendo de la variabilidad de trabajos los

migrantes toman diferentes roles, sin dudar sobre tomar nuevas oportunidades en otras ciudades, es decir, son optimistas ante posibilidades de crecimiento y realización. La decisión de migrar generalmente se toma después de consultar con amigos, parientes u otros miembros de la comunidad, es decir, no se ha tomado como una aventura riesgosa, sino como una negociación a pesar de las incertidumbres que implica.

Así, mientras la migración actúa como una efectiva estrategia de adaptación para contrarrestar futuras y actuales afectaciones del cambio climático, aún se ve como una actividad económica para la mayoría de los migrantes, la gente en las áreas de estudio ve la migración como una forma de salir de dificultades económicas y posibles afectaciones ambientales que empeorarán en futuras décadas, lo cual significa posibilidad de más migración; y por lo tanto, si la migración se convierte en una solución ante inclemencias climáticas que lleguen a afectar las condiciones laborales de la población, será necesario implementar cualquier número de políticas de control y sustento.

Abu *et. al.*, (2014) realizaron un análisis para el bosque Savannah de Ghana, se buscó entender las intenciones de migración ante el cambio climático, reconociéndolo como un problema que ha tomado gran relevancia en los últimos años, aunque se sabe que es una relación impredecible y compleja, se trabajó con datos recolectados por los miembros del Climate Change Collective Learning and Observatory Network Ghana (CCLONG), dentro de dos comunidades de 2007 a 2009, el proyecto tenía cuatro objetivos principales:

1. Evaluar la percepción del cambio climático y otras amenazas entre agricultores, agentes, investigadores y hacedores de política, así como los determinantes de la capacidad de adaptación para la toma de decisiones.
2. Ajustar pronósticos climáticos, mediciones de carbono y modelado para ubicar necesidades específicas.
3. Alentar al estudio y a la comunicación de riesgos para la adaptación y resiliencia.

4. Identificar prácticas de uso y manejo de la tierra, estrategias socioeconómicas y arreglos institucionales para disminuir emisiones y mejorar el sustento de los ecosistemas.

Se seleccionaron dos comunidades (Bouko y Bofie-Banda), ambas caen en el bosque Savannah pero tienen diferente historia climática y sus tierras han sido influenciadas en los últimos años por la acción de agricultores, ambas comunidades solían tener vegetación de bosque, la mayoría de los cultivos era de cocoa, maíz y arroz; sin embargo, las tendencias de las lluvias han cambiado en las pasadas cuatro décadas, esto sumado a las sequías han influenciado significativamente a las actividades agrarias de la zona.

Primeramente se aplicaron entrevistas a algunos jefes de hogar para sondear información y realizar posteriores estimaciones, la variable dependiente del modelo fue “las intenciones de migrar”, esta variable se obtuvo a través de la pregunta ¿Intentaría dejar esta comunidad en los próximos 5 años?, desde luego aquellos que respondieron “sí”, fueron colocados como con intenciones de migrar, en el caso opuesto se clasificó al individuo como sin intenciones de migrar. La variable independiente es el factor que más afecta a las comunidades según los jefes de familia entrevistados, dentro de los fenómenos naturales identificados se encontraron las lluvias irregulares y los incendios forestales.

Para realizar las estimaciones se utilizaron variables como tamaño del hogar, ingreso en el hogar, edad, sexo, estatus marital, estatus migratorio y nivel de educación del jefe de familia, ya que se ha reconocido que influyen en la migración. La edad se dividió en cuatro grupos principales, de 18 a 30, de 30 a 39, de 40 a 49 y 50 años y más; el estatus marital se dividió en solteros, casados o en unión libre, la educación se categorizó en primaria o menor nivel y secundaria o mayor certificación. El tamaño de los hogares se clasificó en menos de tres miembros, de tres a cinco miembros y seis o más miembros.

El ingreso se identificó como aquellos que ganan GHC 2,000, y aquellos que ganan más de GHC 2,000 (GHC 2,000 es considerado como el salario mínimo anual en Ghana), en cuanto al sexo únicamente se distinguió entre hogares con miembros del sexo femenino,



y aquellos donde hay hombres, ya que se considera que el sexo determina algunos privilegios. Finalmente se distinguió entre individuos que fueran migrantes en ese momento y aquellos sin experiencia migratoria previa, tomando en cuenta también el lugar de nacimiento de los individuos.

Para realizar las estimaciones se realizó una función logística binaria, las cuales permiten manipular variables dependientes dicotómicas. Se corrieron dos modelos para el estudio, el primero examinó la relación entre peligros ambientales e intenciones de migrar, el segundo examinó cómo los hogares relacionados a dichos peligros de manera más frecuente difieren en cuanto a sus intenciones de migrar de aquellos que se encuentran en menor riesgo.

Los resultados del estudio mostraron una relación entre los deseos de migrar y la exposición a fenómenos climáticos, más del 51% de los hogares clasificaron a las lluvias irregulares como el principal factor de riesgo, seguido del desempleo (22%) y la pobreza (16%), por lo que se considera que la severidad de estas amenazas crea problemas en los hogares relacionados con el cambio climático, recibiendo mayores pesos. Se observó que la intención de migrar desde ciertas comunidades dentro de los próximos cinco años es bastante común dentro de la población analizada (ya que más del 54% de los individuos mostraron intenciones de migrar). En contra parte, el análisis mostró que a pesar de la variedad de amenazas climáticas en la región analizada, un gran número de jefes de familia no tienen intenciones de migrar.

En lo referente a otras variables de estudio, la edad, el estatus marital y el tamaño de los hogares fueron estadísticamente asociados con las intenciones de migrar, mientras que el sexo, el nivel de educación y el ingreso resultaron no estadísticamente asociados. El análisis multivariado indica que las mayores amenazas del cambio climático explican solamente el 6% de las variaciones en las intenciones de migrar. En el modelo dos se encontró que cuando los factores sociodemográficos son controlados, el modelo explica el 41% de las variaciones en las intenciones de migrar, lo cual no representa un gran hallazgo comparado con estudios anteriores; sin embargo, los factores climáticos están

fuertemente relacionados a los factores sociodemográficos, lo cual sin duda puede influir al proceso de toma de decisiones.

Como conclusión se resalta que las intenciones migratorias se asocian a factores sociales, económicos, demográficos y ambientales. Los individuos entrevistados en este estudio consideraron los eventos climáticos como la más grande amenaza para su permanencia en sus lugares de origen, pero a la vez son ellos quienes se muestran más renuentes ante la posibilidad de migrar comparados con la población joven. Además la falta de intenciones para migrar está asociada a la falta de recursos para hacerlo. Los resultados generales del estudio mostraron que los factores sociodemográficos explican en mayor medida a las intenciones de migrar, más que los factores climáticos, a pesar que existen investigaciones que indican que los impactos del cambio climático afectarán a las tendencias migratorias vía factores económicos y sociales.

Continuando con los estudios en las economías menos desarrolladas, Birk y Rasmussen (2014) realizaron un estudio para las Islas Salomon, buscando contribuir a las explicaciones de la migración como medio de adaptación y sobrevivencia, basados en dos comunidades, dado que los lugares pequeños y poco desarrollados usualmente no reciben mucha atención se decidió mirar a estas islas montañosas que están igual o más expuestas a fenómenos meteorológicos cambiantes. El estudio observa principalmente que la migración actualmente constituye una estrategia de adaptación en estas Islas pero además existen barreras que dificultan el completo aprovechamiento de los beneficios de migrar.

Cabe destacar que en éste caso el principal problema lo constituye la elevación del nivel del mar y las posibles inundaciones que de esto se desprenderán, se buscó encontrar evidencia a través de la realización de entrevistas a ciertos grupos. Se estructuraron 194 cuestionarios, representando cerca del 20% de los hogares en Ontong Java y el 10% de los hogares en las Islas Reef, los cuestionarios incluyeron información sobre el estatus actual y los cambios en la composición de los hogares, factores que han impulsado migraciones previas, posesiones y uso de la tierra, ganadería, alimentación, actividades

realizadas para subsistir, actividades generadoras de ingreso, remesas, posesiones y beneficios o dificultades que se experimentan en las Islas.

Los resultados mostraron que más del 50% de las familias dentro de las Islas tienen algún familiar viviendo fuera y que el principal destino para ambas comunidades es la ciudad capital, Honiara. Aunque ninguno de los entrevistados mencionó que los cambios ambientales fueran un motivo importante para migrar, esto no excluye al factor climático como un importante expulsor.

Así mismo, Birk y Rasmussen, (2014) plantean que ante las creciente incertidumbre sobre el comportamiento climático, la migración representa una importante estrategia de adaptación, puede contribuir a aliviar niveles de pobreza a través de la diversificación del ingreso en los hogares, además si se mejoran las condiciones de vida de los migrantes también se reducen los riesgos ante desastres naturales; por lo tanto, desde esta perspectiva, la migración puede ser tratada como un conjunto de políticas que ayudarán a los individuos, a las familias y a las comunidades en su adaptación al cambio climático.

Existen además estudios que buscan pronosticar los posibles efectos del cambio climático ya sea de manera directa o a través de cambios en el nivel de ingreso, Barbieri *et al.*, (2010), investigaron la relación a largo plazo entre cambio climático, dinámicas de la economía y tendencias migratorias en el noreste de Brasil, proponen pronosticar la migración a partir de escenarios y así modelar los impactos del cambio climático.

Las principales conclusiones del estudio resaltan que el decremento de las tasas de crecimiento poblacional provocarán un envejecimiento de la población, además se encontró evidencia de que el incremento de las temperaturas podrán ocasionar problemas cardiovasculares en la población lo cual presionará los servicios públicos de salud, el modelo de predicciones revela que los impactos esperados del cambio climático de 2035-2050 pueden restringir el sustento de individuos y hogares, por lo que el clima puede crear nuevas vulnerabilidades o acrecentar las existentes, los impactos más importantes se reflejarán en la agricultura sobre todo en las zonas más dependientes de esta actividad, es pues muy fuerte el vínculo existente entre migración y producción

agrícola, y en el área brasileña la migración rural-urbana es vista como un efectivo mecanismo de adaptación ante el cambio climático.

Después de revisar los modelos aplicados anteriormente, resulta interesante la falta de evidencia contundente acerca de los efectos del cambio climático sobre la migración; esto se puede atribuir a varios factores; primeramente, el cambio climático aún no ha alcanzado grados extremos, por lo que los datos existentes hasta ahora pueden no ser representativos de futuras tendencias, a pesar de que se han registrado intensas inundaciones y cambios climáticos significativos existen dudas sobre la continuidad de dichos fenómenos. Puede ser además, que no se ha comprendido la gravedad del problema o que aún resulte complicado el análisis y la modelación de tales situaciones (Brzosca y Fröhlich, 2015).

## **Capítulo 2. Metodología del modelo**

Como se ha mencionado anteriormente, es importante conocer la relación existente entre migración y cambio climático, sobre todo en economías en desarrollo donde el tema no ha sido profundamente estudiado, la finalidad de este trabajo es brindar una visión distinta de la interacción entre estos fenómenos, demostrar una relación positiva y el grado de afectación en un estado específico de la república, la aplicación de métodos microeconómicos es determinante para observar relaciones y realizar conclusiones que de manera teórica presentan limitaciones.

En esta sección se describe a detalle la metodología utilizada para explicar la evidencia y teoría analizada anteriormente para el caso específico de estudio, primeramente se realiza una revisión de los modelos teóricos que serán útiles y desde luego se analizará la aplicación de los más apegados a los fines de la presente investigación, previo análisis de la información disponible y de la construcción de la base de datos para realizar estimaciones. Se destacan algunos datos y observaciones en la muestra de estudio y se elige el modelo que explica de mejor forma la relación entre migración y cambio climático en el estado de Michoacán, finalmente como punto culminante se estima la probabilidad de migrar, dadas las condiciones del entorno y la relación migración-cambio climático.

### **2.1 Diseño del modelo**

#### **2.1.1 Modelos de elección discreta**

Los modelos de elección discreta a diferencia de los modelos de econometría tradicional permiten realizar modelizaciones de variables dependientes a través del uso de técnicas para variables discretas, no obstante, esta característica requiere la codificación de las variables como paso previo a la modelización. La clasificación de estos modelos depende de varios factores pero en general, según el número de alternativas incluidas en la variable endógena, se distinguen modelos de respuesta dicotómica frente a los denominados modelos de elección múltiple. Teniendo en cuenta todos los elementos que influyen en el proceso de modelización, se puede establecer la clasificación general de los modelos de elección discreta como sigue:

Cuadro 2. Clasificación de los modelos de elección discreta

N° de alternativas	Tipo de alternativas	Tipo de función	El regresor se refiere a:	
			Características (de los individuos)	Atributos (de las alternativas)
<b>Modelos de respuesta dicotómica (2 alternativas)</b>	Complementarias	Lineal	Modelo de Probabilidad Lineal Truncado	
		Logística	Modelo Logit	
		Normal tipificada	Modelo Probit	
<b>Modelos de respuesta múltiple (más de 2 alternativas)</b>	No ordenadas	Logística	Logit Multinomial - Logit Anidado - Logit Mixto	Logit Condicional - Logit Anidado - Logit Mixto
		Normal tipificada	Probit Multinomial Probit Multivariante	Probit Condicional Probit Multivariante
	Ordenadas	Logística	Logit Ordenado	
		Normal tipificada	Probit Ordenado	

Fuente: Medina (2003).

Como su nombre lo indica, los modelos de respuesta dicotómica brindan la posibilidad de evaluar dos opciones, por ejemplo, la probabilidad de que ocurra un evento “x” o no, o simplemente la probabilidad de que un individuo tome una decisión u otra. Como una primera aproximación, es posible identificar que para este caso de estudio es necesario el uso de un modelo de respuesta cualitativa y dicotómica, ya que buscamos estimar un modelo que dé respuesta a la posibilidad de migrar o no hacerlo ante ciertas características del entorno, tendremos entonces tres opciones: un modelo de probabilidad lineal, un modelo logit o un modelo probit.

En la literatura existen dos enfoques para la interpretación estructural de estos modelos, bajo el primero de los enfoques se trata de modelizar una variable índice ( $I_i$ ), cuando este toma un valor que supera un nivel determinado toma un valor de 1, pero si no lo supera toma un valor de 0. Esta variable dependiente estará en función de un grupo de variables explicativas que generan las alternativas de la realidad:

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } I_{*i} > 0 \text{ ocurre si } X_i\beta + \varepsilon_i > 0 \\ 0 & \text{si } I_{*i} < 0 \text{ ocurre si } X_i\beta + \varepsilon_i < 0 \end{cases}$$

Donde el supuesto sobre la distribución de  $\varepsilon_i$  determina el tipo de modelo a estimar: si se supone una función de distribución uniforme se utiliza el modelo lineal de probabilidad; si se distribuye como una normal con media cero y varianza uno, el modelo generado será un probit; mientras que si se supone que se distribuye como una curva logística, se trataría de un modelo logit.

El segundo de los enfoques para la interpretación de los modelos de respuesta dicotómica hace referencia a la modelización a través de la formulación de una utilidad aleatoria. Bajo este enfoque un individuo debe adoptar una decisión que le permita elegir entre dos alternativas excluyentes, la 1 o la 0, lo que hará maximizando la utilidad esperada que le proporciona cada una de las alternativas posibles sobre las que tiene que decidir. Así la variable explicada tomará valor de 1 si la utilidad del individuo al elegir esta alternativa es mayor que la de elegir la opción 0 y viceversa.

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } U_{i1} > U_{i0} \\ 0 & \text{si } U_{i1} < U_{i0} \end{cases}$$

Probablemente la metodología más conocida en este segmento es aquella aplicada al modelo de probabilidad lineal, cuya especificación se muestra a continuación:

$$Y_i = X_i\beta + u_i$$

La primera aproximación teórica desarrollada para estudiar modelos con variables dicotómicas se planteó como una mera extensión del Modelo Lineal General que viene expresado por:

$$Y_i = \alpha + \beta_k X_{ki} + u_i$$

Donde:

$Y_i = 1$  si ocurre una alternativa

$Y_i = 0$  en caso contrario

$X_{ki}$  = Variables explicativas

$u_i$  = Variable aleatoria que se distribuye normal  $N(0, \sigma^2)$ .

Este tipo de modelos tienen una distribución de la muestra muy peculiar, representada por una nube de puntos que se encuentran en dos subgrupos, uno de ellos dispuesto alrededor de la muestra para  $Y = 0$ , es decir los individuos que no optaron por realizar la acción y el subgrupo que ronda alrededor de la recta para  $Y = 1$ , que representa a los individuos que optaron por realizar la acción.

La estimación de estos modelos se puede realizar a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, y sus resultados se pueden interpretar en términos probabilísticos, en el sentido de que un valor concreto de la recta estimada mide la probabilidad de que ocurra el acontecimiento de estudio, Es decir,  $\hat{Y}_i$  se puede considerar como la estimación de la probabilidad de que ocurra el acontecimiento objeto de estudio ( $Y_i = 1$ ) tomando en cuenta el siguiente criterio: valores próximos a cero corresponden con una baja probabilidad de ocurrencia del acontecimiento analizado (menor cuanto más próximos a cero); mientras que a valores próximos a uno se les asigna una probabilidad elevada de ocurrencia (mayor cuanto más próximos a uno) (Alamilla, 2009).

Sin embargo, este modelo tiene grandes limitantes debido a la estimación por el método de mínimos cuadrados:

1) En primer lugar el valor estimado puede estar fuera del rango (0 - 1). La estimación del Modelo Lineal de Probabilidad a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) no garantiza que los valores estimados de  $Y_i$  estén entre 0 y 1, lo cual carece de lógica al interpretarse el valor estimado como una probabilidad.

2) Por otro lado, dados los valores que toma la perturbación aleatoria no se puede asegurar que ésta se distribuya como una normal, al tratarse de una distribución binaria



o dicotómica lo que puede ocasionar problemas para utilizar los estadísticos habituales del método de mínimos cuadrados como t-student, o la F, ya que estos se basan en la hipótesis de normalidad de los residuos.

3) Adicionalmente, será muy complicado que se cumpla la hipótesis de varianza constante, y el modelo presentará problemas de heteroscedasticidad,

4) Por último, el coeficiente de determinación  $R^2$  estará subestimado, es decir, será más grande de lo habitual debido a la forma en que se distribuye la nube de puntos de la variable dicotómica (Medina, 2003).

Es por ello que se vuelve necesario utilizar otra clase de transformaciones que permitan corregir estos problemas y realizar estimaciones confiables, al tratarse de estimación de probabilidades, usualmente se utilizan planteamientos no lineales de los modelos de elección de variables dicotómicas, en estos modelos el proceso de elección depende de que la utilidad que la elección le dé al individuo, supere la utilidad de la opción complementaria; dicha utilidad depende de los valores que toman las características del agente y de la opción a elegir, desde el punto de vista formal se tiene:

$$Prob(Y_i = 1) = Prob(U_{i1} > U_{i0}) = F(X_i\beta) = F(Z_i)$$

Dependiendo de la función de distribución que se asocia al proceso de decisión,  $F(Z_i)$  el modelo especificado es diferente.

### 2.1.1.1 Modelo Probit

El modelo probit relaciona a través de una función no lineal la variable  $Y_i$  con un conjunto de variables, la especificación del modelo se efectúa a través de la ecuación de distribución de la normal:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{Z_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + u_i$$

Donde la variable  $s$  es una variable “muda” de integración con media cero y varianza uno. Para este caso de estudio se corrió una regresión incluyendo todas las variables explicativas, los resultados de esta estimación se muestran en secciones posteriores.

### 2.1.1.2 Modelo Logit

Tanto los modelos Logit como los Probit relacionan, por tanto, la variable endógena  $Y_i$  con las variables explicativas a través de una función de distribución. En el caso del modelo Logit, la función utilizada es la logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos queda como sigue:

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + u_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + u_i$$

Al igual que en el Modelo Lineal de Probabilidad, el Modelo Logit se puede interpretar en términos probabilísticos, es decir, sirve para medir la probabilidad de que ocurra el acontecimiento objeto de estudio ( $Y_i=1$ ). En cuanto a la interpretación de los parámetros estimados en un modelo Logit, el signo de los mismos indica la dirección en que se mueve la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa correspondiente, sin embargo, la cuantía del parámetro no coincide con la magnitud de la variación en la probabilidad (como si ocurría en el MLP). En el caso de los modelos Logit, al suponer una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento, cuando aumenta en una unidad la variable explicativa los incrementos en la probabilidad no son siempre iguales, ya que dependen del nivel original de la misma. (Cabrer et al., 2001).

Los resultados para la variable endógena reflejarán la cuantificación de la probabilidad de elegir la opción uno, a pesar de que la interpretación de los parámetros  $\beta_{ki}$  se efectúa como es habitual a través de las derivadas parciales para cada uno de los  $X_{ki}$ , éstos coeficientes no indican como en los modelos tradicionales el impacto de las variables sobre la variable explicada, aunque el signo si se puede interpretar de la manera habitual, para conocer el nivel en que el cambio de una variable exógena afecta a la endógena se suele calcular la razón entre las derivadas parciales del modelo respecto a dos variables diferentes, de esta manera se puede afirmar que el cociente entre dos coeficientes mide

la importancia relativa de un cambio en los regresores sobre el cambio de probabilidad relativa del regresado (Cabrer et al., 2001).

$$\frac{\frac{\partial \Lambda(X_i \beta)}{\partial X_{ki}}}{\frac{\partial \Lambda(X_i \beta)}{\partial X_{k+1i}}} = \frac{\frac{e^{X_i \beta}}{(1 + e^{X_i \beta})^2} \beta_k}{\frac{e^{X_i \beta}}{(1 + e^{X_i \beta})^2} \beta_{k+1}} \frac{\beta_k}{\beta_{k+1}}$$

De la misma forma, los resultados de la estimación del modelo Logit se muestran en secciones posteriores.

En términos probabilísticos se tiene que el valor esperado de elegir la opción 1 (en este caso la opción de migrar), se obtiene a través de la probabilidad:

$$Prob(Y_i = 1 / X_i) = \Lambda(X_i \beta) = \frac{1}{1 + e^{-X_i \beta}} = \frac{e^{X_i \beta}}{1 + e^{X_i \beta}} = P_i$$

Donde:

$X_i$  = las variables explicativas cuando toman el valor de 1

$\beta$  = Coeficiente estimados en el modelo

El valor esperado de elegir la opción 0 se cuantifica a través de la unidad menos la probabilidad de elegir la opción 1.

$$Prob(Y_i = 0 / X_i) = 1 - \Lambda(X_i \beta) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-X_i \beta}} = 1 - \frac{e^{X_i \beta}}{1 + e^{X_i \beta}} = 1 - P_i$$

### Interpretación del Odds Ratio:

Otra forma de interpretar el modelo Logit es a partir de la estimación de la función inversa del modelo ( $\Lambda^{-1}(Z_i)$ ) y partiendo del modelo inicial se despeja  $Z_i$

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} + u_i$$

$$Z_i = \ln \frac{Y_i}{1 - Y_i}$$

O bien sustituyendo  $Y_i$  por la probabilidad asignada  $P_i$

$$Z_i = \ln \frac{P_i}{1 - P_i}$$

En general el ratio se emplea para comparar la utilidad de un individuo en una situación frente a la utilidad que obtendría con otra opción, para el caso particular de los modelos de elección dicotómica se entiende como el cociente entre la probabilidad de que elija una opción 1 frente a la probabilidad de que elija la otra 0. En este caso la función  $\ln \frac{P_i}{1 - P_i}$  permite linealizar el modelo, en este caso el logaritmo del Odds, se denomina Logit (Cabrer et al., 2001).

Pero en el caso de que se compare la situación específica de dos individuos se tendría:

$$\text{Cociente entre Odds (Ratio Odds)} = \frac{\frac{P_i}{1 - P_i}}{\frac{P_j}{1 - P_j}} = \frac{e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki})}}{e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj})}} = e^{(\beta_2 (X_{2i} - X_{2j}) + \dots + \beta_k (X_{ki} - X_{kj}))}$$

Para la interpretación de estos resultados se tienen las siguientes consideraciones:

- Si el valor del Odds es mayor que 1, la utilidad del individuo i es más elevada que la del individuo j.
- Si el valor del Odds es menor que 1, la utilidad del individuo j es mayor que la del individuo i.
- Si el valor del Odds es igual a 1, las utilidades de los individuos son iguales.

De igual forma la estimación del modelo Logit permite comparar la utilidad de la situación de un individuo cuando incrementan en una unidad todas las características o regresores frente a la utilidad del mismo individuo pero situado en la posición de referencia (Cabrer et al., 2001).

$$\frac{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i} + 1) \dots (X_{ki} + 1)}{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i}, \dots, X_{ki})} = e^{\beta_2 + \dots + \beta_k}$$

La utilidad de la situación de un individuo cuando incrementa una unidad la característica o variable frente a la utilidad de este mismo individuo cuando está situado en la posición de referencia:

$$\frac{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i} + 1)}{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i})} = e^{\beta_2}$$

También es posible realizar la comparación de las utilidades de un mismo individuo cuando el regresor solo puede tomar valores de cero o uno a partir de Odds:

$$\frac{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i} = 1)}{\frac{P_i}{1-P_i} | (X_{2i} = 0)} = e^{\beta_2}$$

### 2.1.1.3 Valor extremo

Este modelo, también conocido como Gompit relaciona la variable endógena con las variables explicativas a través de la siguiente ecuación:

$$Y_i = e^{-(X_i\beta)} + u_i$$

La interpretación del modelo al igual que con el modelo Logit se realiza a través de los valores conocidos de las características  $X_i$  se asigna una probabilidad:

$$Prob(Y_i = 1 / X_i) = P_i$$

Mientras que para obtener el valor complementario, es decir, la probabilidad de no ocurrencia del fenómeno, se tiene la siguiente ecuación:

$$Prob(Y_i = 0 / X_i) = 1 - P_i$$

Al igual que en los modelos Logit y Probit, la interpretación se realiza a través de la utilidades o bien dependerá de que la probabilidad asociada de elegir la opción 1 sea mayor que la utilidad de elegir la opción cero (Cabrer et al., 2001).

### **2.1.2 Fuentes de información estadística**

La investigación se realizó a nivel individual, para ello fue necesario utilizar microdatos del censo de población y vivienda 2010 proporcionados por INEGI, una vez depurados los datos la muestra nacional fue de 10,485,732, encuestas englobando diferentes aspectos de condición individual, de los cuales 469,471 individuos pertenecen al estado de Michoacán, de esta manera se tomó una muestra de 4,124 para la construcción de la base de datos del presente estudio. Para los fenómenos meteorológicos se obtuvo información del Diario Oficial de la Federación donde se publican acontecimientos meteorológicos a nivel nacional.

### **2.1.2 Recolección y agrupación de datos**

El tratamiento de los datos se realizó de manera cuidadosa, dado que el trabajo está delimitado al estado de Michoacán, en primer lugar se obtuvieron los datos específicos del mismo; posteriormente se identificó que la muestra censal observaciones que aún debían ser depuradas, por ejemplo, aquellos individuos que no especificaban su lugar de residencia cinco años atrás, debido a que nuestro interés es analizar la migración interna y se infiere que éstas observaciones no especificadas corresponden a personas que vivían en Estados Unidos o cualquier otro país, se omitieron de la muestra para considerar únicamente migración intermunicipal. Adicionalmente, podía darse que los datos no especificados correspondan a personas menores de cinco años, en cuyo caso no tendría sentido analizar su probabilidad de migración, ya que dicho movimiento dependería de las personas que tienen la responsabilidad del menor e irían implícitos.

Se consideró que una persona está en posición de trabajar a partir de los catorce años<sup>17</sup> y por lo tanto puede entenderse que a partir de esta edad se tiene cierta independencia

---

<sup>17</sup> A pesar de que la consideración cambio, ahora la población en edad de trabajar se considera a partir de los 15 años, al momento de realizar la recolección de los datos la edad mínima era 14, por cuestiones de tiempo fue imposible modificar toda la muestra.

para tomar una decisión relacionada con migrar, por ello, aunque la muestra incluye personas entre cinco y 14 años no se consideró a este rango de edad en las estimaciones. Lo anterior no debe considerarse como un error de estimación, ya que esta decisión ayudó a resolver el problema típico de multicolinealidad presente en los modelos de respuesta dicotómica.

Los datos se agruparon para construir la variable dependiente del modelo, de manera que fuera posible identificar a las personas que migraron anteriormente, para eso se tomó en cuenta la variable del censo que indica el estado de residencia de la persona cinco años antes del levantamiento de la encuesta, de esta forma se dividieron en dos grandes grupos: migrantes y no migrantes.<sup>18</sup> Cabe mencionar que la consideración de la migración se tomó de manera intermunicipal, ya sea dentro del mismo Michoacán o desde cualquier otro municipio de cualquier estado de la república.

### **2.1.3 Descripción de las variables de estudio**

Posteriormente se agruparon las observaciones según las variables que se construyeron para el modelo, en primer lugar, dado que la finalidad de este estudio es relacionar migración y cambio climático, se consideraron variables climatológicas, demográficas y económicas. Cada una de ellas y su construcción se describen a continuación:

#### **Variable endógena**

La variable endógena considerada para el modelo se construyó a partir del antecedente migratorio del individuo.

#### **Variabes exógenas**

**Variabes climatológicas:** Estas variables fueron construidas a partir de las publicaciones del Diario Oficial de la Federación desde 2005 a 2010 el cual incluye datos sobre los fenómenos ocurridos en cada municipio diferenciados por intensidad y duración, la especificación del modelo indica que sólo se tomarán en cuenta fenómenos

---

<sup>18</sup> Las personas que vivían en un estado o municipio diferente a donde estaban al momento del levantamiento del censo fueron consideradas migrantes, mientras que las personas que permanecieron en el mismo municipio se consideraron no migrantes.

hidrometeorológicos, los eventos contenidos en la base son: sequías, ciclones tropicales, inundaciones y nevadas, heladas o granizadas, a su vez, cada una de ellas se clasifica en contingencias, emergencias y desastres. Debido a que se busca evidencia del efecto de estos fenómenos sobre la migración, se consideraron únicamente eventos que pudieran ser lo suficientemente fuertes para considerarse un peligro y, por lo tanto, un motivo para buscar un cambio de residencia. La codificación de estos datos se realizó mediante la cuantificación de las incidencias en cada municipio, para cada uno de los fenómenos, según su intensidad.

**Variables demográficas:** Dentro de las variables demográficas, se consideró la edad, el sexo, el nivel de escolaridad y el estado civil, para generarlas se realizaron las siguientes distinciones:

- La edad se dividió en rangos de 14-25 años, de 26-35, de 36-45, de 46-60 y finalmente de 61-130.
- El sexo se diferenció en masculino y femenino,
- El nivel de escolaridad se dividió en personas sin educación, con estudios de primaria, secundaria, preparatoria y personas con estudios profesionales,
- Para el estado civil se tomaron en cuenta las personas con estatus de soltero, casado y divorciado.

**Variables económicas:** En este tipo de variables se tomó en cuenta el ingreso de las personas (dato proporcionado en el censo de población y vivienda 2010 en términos absolutos), y además se consideró el índice de desarrollo humano generado en 2005 (IDH) para ello se tomó en cuenta el lugar de residencia de las personas hace 5 años, con la finalidad de evitar problemas de temporalidad y reflejar exactamente si es que el nivel de desarrollo de cada municipio tiene una influencia directa sobre la migración.

Dado que se pretende utilizar un modelo de variable endógena binaria, los datos deben ser transformados de manera que puedan ser introducidos al modelo, este tipo de modelos corresponden a dos tipos de respuestas para la variable de manera que por ejemplo con la variable migración (ver cuadro 2), se le asignará valor de 1 si la persona



migró anteriormente<sup>19</sup> y 0 si la persona no migró. De la misma manera se transformó la variable sexo, colocando 1 si es hombre y 0 si se trata de una mujer.

En el caso del resto de las variables al tener más de dos respuestas, los datos fueron transformados de manera que se construyeron las variables en función de la pertenencia a la misma, es decir, para la variable “Sin educación”, si la persona pertenecía a esta clasificación se le asignó un 1, asignando 0 a las variables Primaria o Secundaria. Y así funcionó para cada una de las variables que muestra el cuadro 3 donde se observa que se generaron las siguientes variables:

Referentes a la edad del individuo:

E1= personas que se encuentran en un rango entre 14 y 25 años.

E2 = personas que se encuentran en un rango entre 26 y 35 años.

E3 = personas que se encuentran en un rango entre 36 y 45 años.

E4 = personas que se encuentran en un rango entre 46 y 60 años.

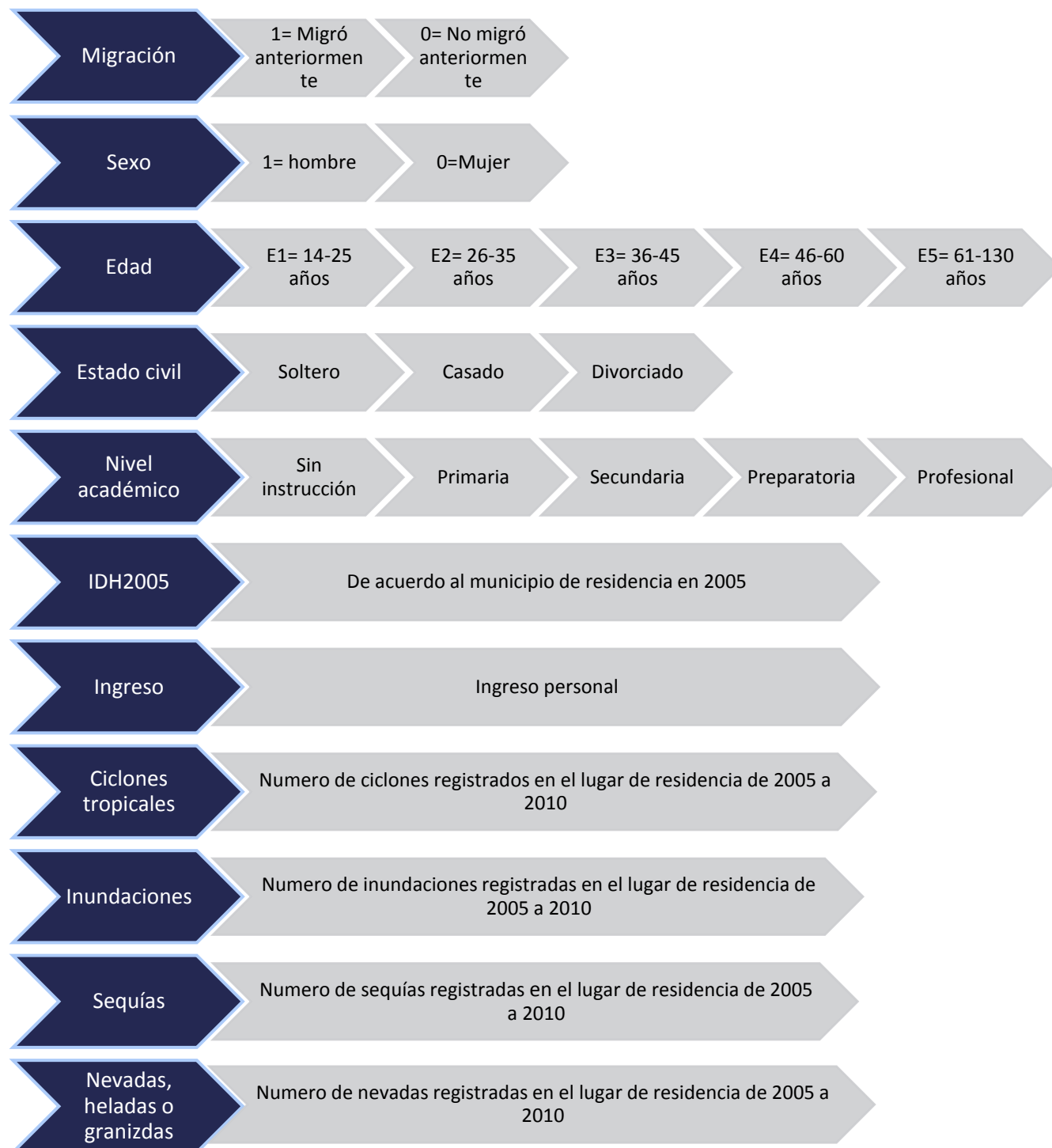
E5 = personas con 61 en adelante.

Referente al estado civil se construyeron las variables “Soltero”, “Casado” y “Divorciado”, según el estatus del individuo le correspondía el valor de 1 en la variable y 0 para las dos variables restantes.

---

<sup>19</sup> Si los datos del censo mostraron que la persona vivía en un lugar diferente cinco años atrás.

*Cuadro 3. Clasificación y agrupación de las variables del modelo*



Fuente: Elaboración propia.

#### **2.1.4 Construcción de la base de datos**

Para la construcción de la base de datos se consideraron las variables arriba descritas en un formato de transformación en su forma binaria, Michoacán cuenta con 113 municipios en total, cada uno de ellos fue dividido primeramente dependiendo de su estatus de migración previa, se encontró que la muestra total que incluye el censo de población y vivienda 2010 incluyó 15,776 personas con antecedentes de migración y 453,965 personas que no habían cambiado de residencia cinco años antes de la encuesta, por lo tanto se consideraron no migrantes.

El tamaño de la muestra para el modelo se calculó con un intervalo de confianza de 99% y un margen de error de 2%, el resultado obtenido indicó que era necesario trabajar con una muestra de 4,124 personas en total, por lo que se procedió a obtener proporciones de personas migrantes y no migrantes para cada uno de los municipios, se llegó a la conclusión de que la muestra debía contener un total de 135 personas que hubieran migrado anteriormente, esto es un 3.36% de la muestra total. Por lo tanto la muestra incluye 3,989 personas sin antecedentes migratorios y 135 que vivían en otro lugar cinco años atrás. El cuadro 4 muestra el número de personas que se seleccionaron para la muestra de cada uno de los municipios de la entidad, divididos en migrantes y no migrantes:

*Cuadro 4. División y tamaño de la muestra*

<b>Municipio</b>	<b>PM<sup>20</sup></b>	<b>PNM<sup>21</sup></b>	<b>Muestra</b>	<b>Muestra</b>	<b>Muestra</b>
	<b>Totales</b>	<b>Totales</b>	<b>PM</b>	<b>PNM</b>	<b>municipal</b>
Acuitzio	100	3,236	1	28	29
Aguililla	125	2,572	1	23	24
Álvaro Obregón	76	3,881	1	34	35
Angamacutiro	33	2,451	0	22	22
Angangueo	59	2,735	1	24	25
Apatzingán	332	10,433	3	92	95
Aporo	148	2,548	1	22	23
Aquila	67	3,639	1	32	33
Ario	170	3,711	1	33	34
Arteaga	25	3,134	0	28	28
Briseñas	193	2,378	2	21	23
Buenavista	87	3,542	1	32	33
Carácuaro	71	2,514	1	22	23
Coahuayana	105	3,144	1	28	29
Coalcomán de Vázquez Pallares	40	3,461	0	30	30
Coeneo	52	3,829	0	34	34
Contepec	194	4,676	2	41	43
Copándaro	32	2,987	0	26	26
Cotija	164	3,910	1	34	35
Cuitzeo	59	3,862	1	34	35
Charapan	63	3,020	1	27	28
Charo	162	2,514	1	22	23
Chavinda	42	2,933	0	26	26
Cherán	17	3,348	0	29	29

<sup>20</sup> Personas migrantes

<sup>21</sup> Personas no migrantes

Chilchota	69	5,294	1	47	48
Chinicuila	134	2,501	1	22	23
Chucándiro	32	1,990	0	17	17
Churintzio	39	1,980	0	17	17
Churumuco	38	3,516	0	31	31
Ecuandureo	83	3,267	1	29	30
Epitacio Huerta	103	2,327	1	20	21
Erongarícuaro	98	3,383	1	30	31
Gabriel Zamora	207	3,999	2	35	37
Hidalgo	239	10,726	2	94	96
La Huacana	67	3,887	1	34	35
Huandacareo	88	2,417	1	21	22
Huaniqueo	46	2,808	0	25	25
Huetamo	82	3,530	1	31	32
Huiramba	36	3,327	0	29	29
Indaparapeo	68	2,818	1	25	26
Irimbo	155	2,829	1	25	26
Ixtlán	24	2,653	0	23	23
Jacona	256	8,738	2	77	79
Jiménez	87	2,291	1	20	21
Jiquilpan	87	3,424	1	30	31
Juárez	145	2,901	1	25	26
Jungapeo	110	4,598	1	40	41
Lagunillas	87	2,821	1	25	26
Madero	77	2,752	1	24	25
Maravatío	359	4,300	3	38	41
Marcos Castellanos	137	3,092	1	27	28
Lázaro Cárdenas	787	8,702	7	76	83
Morelia	1,001	16,757	9	147	156

Morelos	34	2,218	0	19	19
Múgica	103	3,730	1	33	34
Nahuatzen	73	4,727	1	42	43
Nocupétaro	23	2,590	0	23	23
Nuevo	125	3,396	1	30	31
Parangaricutiro					
Nuevo Urecho	89	2,621	1	23	24
Numarán	51	2,206	0	19	19
Ocampo	139	4,894	1	43	44
Pajacuarán	105	4,000	1	35	36
Panindícuaro	14	2,602	0	23	23
Parácuaro	93	3,871	1	34	35
Paracho	89	4,370	1	38	39
Pátzcuaro	379	11,656	3	102	105
Penjamillo	52	2,172	0	19	19
Peribán	144	4,522	1	40	41
La Piedad	268	8,432	2	74	76
Purépero	37	2,592	0	23	23
Puruándiro	36	4,315	0	38	38
Queréndaro	61	2,917	1	26	27
Quiroga	66	4,315	1	38	39
Cojumatlán de	56	2,126	0	19	19
Régules					
Los Reyes	79	4,645	1	41	42
Sahuayo	503	9,855	4	87	91
San Lucas	108	2,507	1	22	23
Santa Ana	38	3,031	0	27	27
Maya					
Salvador	75	2,529	1	22	23
Escalante					
Senguio	116	4,067	1	36	37

Susupuato	53	3,228	0	28	28
Tacámbaro	154	4,479	1	39	40
Tancítaro	189	4,117	2	36	38
Tangamandapio	54	3,843	0	34	34
Tangancícuaro	85	3,221	1	28	29
Tanhuato	92	2,826	1	25	26
Taretan	42	2,594	0	23	23
Tarímbaro	1,055	2,023	9	18	27
Tepalcatepec	88	3,590	1	32	33
Tingambato	35	2,765	0	24	24
Tingüindín	100	2,554	1	22	23
Tiquicheo de Nicolás Romero	38	2,942	0	26	26
Tlalpujahuá	111	3,141	1	28	29
Tlazazalca	38	2,121	0	19	19
Tocumbo	293	2,653	3	23	26
Tumbiscatío	82	2,634	1	23	24
Turicato	45	3,815	0	34	34
Tuxpan	157	3,827	1	34	35
Tuzantla	61	2,721	1	24	25
Tzintzuntzan	266	3,494	2	31	33
Tzitzio	54	2,830	0	25	25
Uruapan	406	11,171	4	98	102
Venustiano Carranza	117	3,867	1	34	35
Villamar	9	1,877	0	16	16
Vista Hermosa	187	3,037	2	27	29
Yurécuaro	128	4,420	1	39	40
Zacapu	261	9,160	2	80	82
Zamora	677	11,602	6	102	108
Zináparo	72	2,751	1	24	25

Zinapécuaro	97	3,835	1	34	35
Ziracuaretiro	94	3,193	1	28	29
Zitácuaro	396	10,771	3	95	98
José Sixto Verduzco	127	3,601	1	32	33
Totales	15,776	453,695	135	3,989	4,124

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

De la misma manera, basados en la información de la base de datos del Diario Oficial de la Federación sobre las ocurrencias de fenómenos meteorológicos, se ubicaron en el municipio de ocurrencia diferenciándolas según su intensidad, de esta forma se registraron en total 11 sequías en todo el estado entre 2005 y 2010, 18 nevadas, heladas o granizadas, seis inundaciones, y un ciclón tropical. Desde luego que se consideró la ocurrencia por municipio y se contabilizaron para cada uno de los 113, ya que un fenómeno hidrometeorológico pudo afectar a más de un municipio.

Se procedió entonces a generar la base de datos para realizar las estimaciones de manera que se obtuvo una matriz de 4,124 observaciones por 29 variables, todas en su transformación binaria, excepto las variables para los eventos climáticos, los cuales fueron colocados por el número neto de incidencias. Sin embargo, al realizar las estimaciones fue necesario agregar las variables climáticas, por lo que la segmentación en contingencias, emergencias o desastres se eliminó, quedando únicamente la especificación del fenómeno (ciclones, nevadas, sequías e inundaciones), por lo que la matriz se redujo a 4,124 observaciones por 21 variables.

### **2.1.5 Observaciones de la base de datos en Michoacán**

De la base de datos se observó que para las personas que no habían presentado antecedentes de migración tuvieron que soportar como máximo un ciclón tropical en su lugar de residencia en un periodo de 2005 a 2010, en el municipio de Penjamillo se registraron dos inundaciones y una sequía en el mismo periodo, en Angamacutiro, La piedad, José Sixto verduzco, Numarán, Puruándiro y Tanhuato, se registraron dos



sequías y una inundación, 46 municipios fueron afectados por una sequía entre 2005 y 2010.

De la muestra seleccionada 1,525 personas fueron afectadas por sequias, en los municipios de Zacapu y Zinapécuaro, se registraron tres nevadas y una sequía, en Coeneo y Jimenez se suscitaron dos nevadas y una sequía, y finalmente en Cojumatlán de Régules, Huandacareo, Ixtlán, Maravatío, Purúandiro, Senguio y Tacámbaro se registraron dos sequías y una nevada en todo el periodo, el municipio de Purúandiro además registró también una inundación. En general, se observa que dentro del estado un municipio no registra más de tres eventos hidrometeorológicos considerables.

*Cuadro 5. Total de eventos registrados en Michoacán por municipio y clasificación para las personas no migrantes de la muestra*

<b>Municipio</b>	<b>Ciclón</b>	<b>Inundación</b>	<b>Sequía</b>	<b>Nevadas</b>	<b>Total de eventos</b>
<b>Acuitzio</b>	1	0	0	0	1
<b>Aguililla</b>	0	0	0	0	0
<b>Álvaro Obregón</b>	0	1	2	0	3
<b>Angamacutiro</b>	0	0	0	0	0
<b>Angangueo</b>	0	0	0	0	0
<b>Apatzingán</b>	0	0	0	0	0
<b>Aporo</b>	0	0	0	0	0
<b>Aquila</b>	0	0	1	0	1
<b>Ario</b>	0	0	0	0	0
<b>Arteaga</b>	0	0	1	0	1
<b>Briseñas</b>	0	0	0	0	0
<b>Buenavista</b>	0	0	2	0	2
<b>Carácuaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Coahuayana</b>	0	0	1	0	1

<b>Coalcomán de Vázquez Pallares</b>	0	0	1	0	1
<b>Coeneo</b>	0	0	1	2	3
<b>Contepec</b>	0	0	2	0	2
<b>Copándaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Cotija</b>	0	0	1	0	1
<b>Cuitzeo</b>	0	0	0	0	0
<b>Charapan</b>	0	0	0	0	0
<b>Charo</b>	0	0	0	0	0
<b>Chavinda</b>	0	0	2	0	2
<b>Cherán</b>	0	0	1	0	1
<b>Chilchota</b>	0	0	1	0	1
<b>Chinicuila</b>	0	0	1	0	1
<b>Chucándiro</b>	0	0	1	0	1
<b>Churintzio</b>	0	0	1	0	1
<b>Churumuco</b>	0	0	0	0	0
<b>Ecuandureo</b>	0	0	1	0	1
<b>Epitacio Huerta</b>	0	0	1	0	1
<b>Erongarícuaro</b>	0	0	0	0	0
<b>Gabriel Zamora</b>	0	0	1	0	1
<b>Hidalgo</b>	0	0	0	0	0
<b>La Huacana</b>	0	0	2	0	2
<b>Huandacareo</b>	0	0	2	1	3
<b>Huaniqueo</b>	0	0	1	0	1
<b>Huetamo</b>	0	0	1	0	1
<b>Huiramba</b>	0	0	0	0	0
<b>Indaparapeo</b>	0	0	0	0	0
<b>Irimbo</b>	0	0	0	0	0
<b>Ixtlán</b>	0	0	1	1	2
<b>Jacona</b>	0	0	1	0	1

<b>Jiménez</b>	0	0	0	2	2
<b>Jiquilpan</b>	0	0	0	0	0
<b>Juárez</b>	0	0	0	0	0
<b>Jungapeo</b>	0	0	0	0	0
<b>Lagunillas</b>	0	0	0	0	0
<b>Madero</b>	0	0	0	0	0
<b>Maravatío</b>	0	0	1	1	2
<b>Marcos Castellanos</b>	0	0	1	0	1
<b>Lázaro Cárdenas</b>	0	0	0	0	0
<b>Morelia</b>	0	0	1	0	1
<b>Morelos</b>	0	0	2	0	2
<b>Múgica</b>	0	0	0	0	0
<b>Nahuatzen</b>	0	0	1	0	1
<b>Nocupétaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Nuevo Parangaricutiro</b>	0	0	0	0	0
<b>Nuevo Urecho</b>	0	0	0	0	0
<b>Numarán</b>	0	1	1	0	2
<b>Ocampo</b>	0	0	0	0	0
<b>Pajacuarán</b>	0	0	0	0	0
<b>Panindícuaro</b>	0	0	0	0	0
<b>Parácuaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Paracho</b>	0	0	1	0	1
<b>Pátzcuaro</b>	0	0	0	0	0
<b>Penjamillo</b>	0	2	1	0	3
<b>Peribán</b>	0	0	0	0	0
<b>La Piedad</b>	0	1	1	0	2
<b>Purépero</b>	0	0	1	0	1
<b>Puruándiro</b>	0	1	1	1	3

<b>Queréndaro</b>	0	0	0	0	0
<b>Quiroga</b>	0	0	0	0	0
<b>Cojumatlán de Régules</b>	0	0	0	1	1
<b>Los Reyes</b>	0	0	0	0	0
<b>Sahuayo</b>	0	0	0	0	0
<b>San Lucas</b>	0	0	1	0	1
<b>Santa Ana</b>	0	0	0	0	0
<b>Maya</b>					
<b>Salvador Escalante</b>	0	0	0	0	0
<b>Senguio</b>	0	0	1	1	2
<b>Susupuato</b>	0	0	1	0	1
<b>Tacámbaro</b>	0	0	0	1	1
<b>Tancítaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Tangamandapi</b>	0	0	0	0	0
<b>o</b>					
<b>Tangancícuaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Tanhuato</b>	0	1	2	0	3
<b>Taretan</b>	0	0	0	0	0
<b>Tarímbaro</b>	0	0	1	0	1
<b>Tepalcatepec</b>	0	0	0	0	0
<b>Tingambato</b>	0	0	0	0	0
<b>Tingüindín</b>	0	0	0	0	0
<b>Tiquicheo de Nicolás Romero</b>	0	0	1	0	1
<b>Tlalpujahu</b>	0	0	0	0	0
<b>Tlazazalca</b>	0	0	1	0	1
<b>Tocumbo</b>	0	0	1	0	1
<b>Tumbiscatío</b>	0	0	2	0	2
<b>Turicato</b>	0	0	0	0	0

<b>Tuxpan</b>	0	0	0	0	0
<b>Tuzantla</b>	0	0	0	0	0
<b>Tzintzuntzan</b>	0	0	0	0	0
<b>Tzitzio</b>	0	0	1	0	1
<b>Uruapan</b>	0	0	0	0	0
<b>Venustiano Carranza</b>	0	0	0	0	0
<b>Villamar</b>	0	0	0	0	0
<b>Vista Hermosa</b>	0	0	2	0	2
<b>Yurécuaro</b>	0	0	2	0	2
<b>Zacapu</b>	0	0	1	0	1
<b>Zamora</b>	0	0	0	0	0
<b>Zináparo</b>	0	0	1	0	1
<b>Zinapécuaro</b>	0	0	0	3	3
<b>Ziracuaretiro</b>	0	0	0	0	0
<b>Zitácuaro</b>	0	0	0	0	0
<b>José Sixto Verduzco</b>	0	1	1	0	2

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y DOF.

Por otro lado, el cuadro 6 muestra los 21 municipios con mayor número de migrantes contabilizados en el censo:

*Cuadro 6. Municipios con mayor número de migrantes entre 2005-2010*

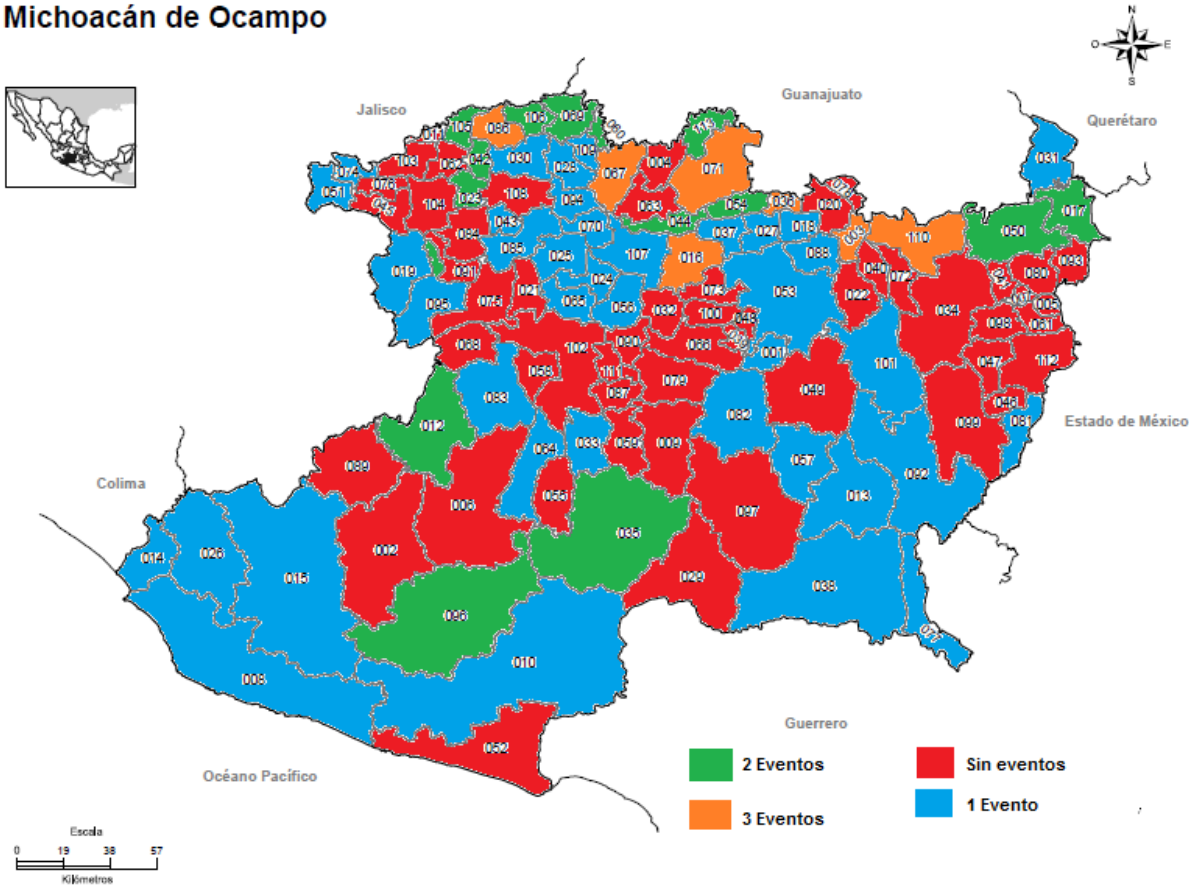
<b>Municipio</b>	<b>Migrantes</b>	<b>No migrantes</b>
<b>Tarímbaro</b>	1,055	2,023
<b>Morelia</b>	1,001	16,757
<b>Lázaro Cárdenas</b>	787	8,702
<b>Zamora</b>	677	11,602
<b>Sahuayo</b>	503	9,855
<b>Uruapan</b>	406	11,171
<b>Zitácuaro</b>	396	10,771
<b>Pátzcuaro</b>	379	11,656
<b>Maravatío</b>	359	4,300
<b>Apatzingán</b>	332	10,433
<b>Tocumbo</b>	293	2,653
<b>La Piedad</b>	268	8,432
<b>Tzintzuntzan</b>	266	3,494
<b>Zacapu</b>	261	9,160
<b>Jacona</b>	256	8,738
<b>Hidalgo</b>	239	10,726
<b>Gabriel Zamora</b>	207	3,999
<b>Contepec</b>	194	4,676
<b>Briseñas</b>	193	2,378
<b>Tancítaro</b>	189	4,117
<b>Vista Hermosa</b>	187	3,037

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

De la misma forma la figura 4 muestra el mapa donde aprecia la cantidad de incidencias de fenómenos hidrometeorológicos por municipios de Michoacán, la finalidad fue observar cuáles son los municipios donde se presenta eventos climáticos más frecuentemente, y compararlos con aquellos que han registrado mayor número de migrantes. Las observaciones más importantes revelan que han sido pocos los eventos climáticos de relevancia para el análisis, recordemos que para esta investigación se

toman en cuenta solo aquellos eventos que han tenido un nivel de intensidad que puede considerarse una amenaza y por lo tanto, un incentivo para cambiar de residencia. En siete municipios se ha contabilizado un total de tres eventos climáticos, en 15 de ellos se han registrado dos eventos, en 39 se ha presentado solo un evento y el resto de los municipios no han registrado eventos climáticos extremos.

Figura 4. Eventos climáticos registrados por municipio 2005-2010



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010) y DOF.

Los municipios con mayor incidencia de fenómenos hidrometeorológicos se muestran en el cuadro 7, para su realización se tomaron en cuenta los municipios con tres y dos eventos registrados entre 2005 y 2010:

*Cuadro 7. Municipios con más incidencias climáticas*

<b>Municipio</b>	<b>Ciclón</b>	<b>Inundación</b>	<b>Sequía</b>	<b>Nevadas, heladas o granizadas</b>	<b>Total de eventos</b>
<b>Álvaro Obregón</b>	0	1	2	0	3
<b>Coeneo</b>	0	0	1	2	3
<b>Huandacareo</b>	0	0	2	1	3
<b>Penjamillo</b>	0	2	1	0	3
<b>Puruándiro</b>	0	1	1	1	3
<b>Tanhuato</b>	0	1	2	0	3
<b>Zinapécuaro</b>	0	0	0	3	3
<b>Buenavista</b>	0	0	2	0	2
<b>Contepec</b>	0	0	2	0	2
<b>Chavinda</b>	0	0	2	0	2
<b>La Huacana</b>	0	0	2	0	2
<b>Ixtlán</b>	0	0	1	1	2
<b>Jiménez</b>	0	0	0	2	2
<b>Maravatío</b>	0	0	1	1	2
<b>Morelos</b>	0	0	2	0	2
<b>Numarán</b>	0	1	1	0	2
<b>La Piedad</b>	0	1	1	0	2
<b>Senguio</b>	0	0	1	1	2
<b>Tumbiscatío</b>	0	0	2	0	2
<b>Vista Hermosa</b>	0	0	2	0	2
<b>Yurécuaro</b>	0	0	2	0	2
<b>José Sixto</b>	0	1	1	0	2

Fuente: Elaboración propia con datos de DOF.

Así pues, en lo referente al número de migrantes y cantidad de eventos climáticos registrados se puede encontrar una primera relación en los municipios Maravatío. La piedad, Contepec y Vista hermosa (ver cuadro 7); sin embargo, esta relación resulta aún poco clara y superficial o bien carente de sustento, es por ello que en la siguiente sección



se plantea la elección de un modelo microeconómico, cuyas teorías fueron descritas anteriormente.

*Cuadro 7. Relación Migrantes- Eventos climáticos*

<b>Municipio</b>	<b>Total de Migrantes</b>	<b>Total de eventos registrados</b>
<b>Maravatío</b>	359	2
<b>La Piedad</b>	268	2
<b>Contepec</b>	194	2
<b>Vista Hermosa</b>	187	2

Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y DOF.

## **2.2 Elección del modelo**

### **2.2.1 Determinación de la forma funcional**

Una vez que se han identificado los modelos de elección discreta como idóneos para estimar la probabilidad de migrar de un individuo a partir de variables climáticas, económicas y demográficas, el siguiente paso consiste en identificar el modelo que sea más adecuado, en esta sección se analizará la descripción de las estimaciones realizadas para determinar la forma funcional del modelo, para ello se evaluaron tres clases de modelos de probabilidad: Probit, Logit y Gompit o de Valor Extremo (las características de cada uno de ellos fueron descrita anteriormente), es importante mencionar que estas estimaciones incluyeron un total de 17 variables exógenas englobadas en variables climáticas, ingreso, sexo, estado civil, edad, nivel de escolaridad e índice de desarrollo humano.

Como se mencionó en secciones anteriores, inicialmente se generaron un total de 21 variables; sin embargo sabemos que para incluir regresores de respuesta múltiple es necesario generar  $m-1$  categorías, de esta manera se omitieron de la estimación las variables “divorciado”, “profesional” y en el caso de la edad (como se explicó en una sección anterior referente a la construcción de las variables) se omitió el rango entre

los 5 y los 14 años. El cuadro 8 muestra un resumen de los estadísticos que fueron obtenidos y analizados, cabe mencionar que ninguno de estos modelos es adecuado aún para explicar el problema, ya que no se tomó en cuenta la significancia de variables, simplemente se busca determinar la forma funcional que mejor explicará al caso de estudio planteado.

*Cuadro 8. Resumen de resultados de estimaciones para determinación de forma funcional*

<b>Análisis de la bondad de ajuste</b>			
	<b>Probit</b>	<b>Logit</b>	<b>Gompit</b>
<b><math>R^2</math> Mc Fadden<sup>22</sup></b>	0.139566	0.141902	0.135669
<b>Log Likelihood<sup>23</sup></b>	-511.4178	-510.0293	-513.7340
<b>Criterio de A´kaike<sup>24</sup></b>	0.257235	0.256561	0.258358
<b>Criterio de Schwartz</b>	0.286373	0.285700	0.287496
<b>Criterio de Hannan-Quinn</b>	0.267547	0.266874	0.268671

Fuente: Elaboración propia con el software Stata.

Con base en el cuadro anterior, se concluye que la forma funcional que debe ser utilizada para realizar las estimaciones es el modelo Logit<sup>25</sup>. Tomando en cuenta los criterios de elección se observa que el valor del pseudo  $R^2= 0.141902$  es mayor al reportado por los modelos Probit y Gompit, el valor del Log Likelihood (-510.0293) es el más cercano a cero, y los criterios de verosimilitud son los menores comparados con los otros modelos estimados, por lo tanto, se determina que la forma funcional más adecuada es una función logística, consecuentemente se estimará un modelo Logit.

<sup>22</sup> Los modelos de elección discreta no utilizan el  $R^2$  tradicional, en su lugar se genera un pseudo  $R^2$  ( $R^2$  Mac Fadden), se tomará el valor más alto como el mejor.

<sup>23</sup> En el caso del Log Likelihood, se elige el valor mayor o el más cercano a cero.

<sup>24</sup> Para los criterios de verosimilitud se elige el modelo con los valores menores.

<sup>25</sup> Las estimaciones de los modelos incluyeron 18 variables de estudio, tratando de evitar problemas de multicolinealidad, se eliminaron las variables divorciado y profesional, desde luego la variable endógena fue la variable migración.

### **2.2.2 Descripción del modelo elegido y pruebas de validación**

Una vez que se determinó que la forma funcional adecuada es la logística, se procede a estimar diversas opciones y a realizar los correspondientes test de validación. Se realizaron varias pruebas para determinar el modelo que mejor se ajustara a las condiciones reales del estado, el cuadro 9 muestra un resumen de algunas de las estimaciones realizadas mediante las cuales se utilizó el método de regresión paso a paso, el modelo inicial incluyó a los 17 regresores y posteriormente se fueron eliminando las variables que resultaron menos significativas, hasta llegar a un modelo que cumpliera las especificaciones teóricas del mismo.

Los resultados del cuadro 9 muestran los coeficientes de cada una de las variables explicativas y sus probabilidades, dado que se busca validar el poder explicativo del modelo, y sabiendo que no es posible realizarla mediante métodos econométricos tradicionales debido a la transformación logística que se está utilizando, es de interés analizar la significancia de las variables así como la prueba de heteroscedasticidad. En este caso se puede observar que el modelo que cumple la condiciones de la prueba Davidson McKinnon es el número 9, ( $Prob(2.99 < 3.84) = 0.95$ ), además la mayoría de las variables son significativas al 95%. Por otro lado, se dice que para los modelos Logit y Probit se atiende a los contrastes basados en los criterios de información de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn los cuales deben ser bajos para considerar que el modelo explica correctamente a la variable endógena, en este caso los valores son 0.254839, 0.271708 y 0.260809 respectivamente.

**Cuadro 9. Resumen de estimaciones del modelo Logit**

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>C</b>	-6.657193	-6.625595	-6.633449	-6.632788	-6.597744	-6.608542	-6.405797	-7.107419	-7.755566
<b>CC</b>	(0.0013)	(0.0009)	(0.0009)	(0.0009)	(0.0010)	(0.0009)	(0.0014)	(0.0003)	(0.0001)
<b>INGRESO</b>	0.0000	1.71E-06	1.62E-06						
<b>IC</b>	(0.8548)	(0.8554)	(0.8645)						
<b>HOMBRE</b>	-0.016465	-0.015897							
<b>HC</b>	(0.93)	(0.93)							
<b>CICLON</b>	2.92397	2.924249	2.927048	2.927686	2.915352	2.947132	2.95992	2.962815	2.933759
<b>CIC</b>	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
<b>NEVADAS</b>	-0.273444	-0.273363	-0.273572	-0.273721	-0.269139	-0.270415			
<b>NC</b>	(0.1778)	(0.1779)	(0.1775)	(0.1772)	(0.1804)	(0.1774)			
<b>SEQUIA</b>	0.027071	0.027008	0.027177	0.028021					
<b>SC</b>	(0.8650)	(0.8653)	(0.8645)	(0.8602)					
<b>INUNDACION</b>	0.227544	0.227901	0.227808	0.227607	0.240982				
<b>INC</b>	(0.4661)	(0.4653)	(0.4655)	(0.4658)	(0.4264)				
<b>SOLTERO</b>	-0.920831	-0.950333	-0.951539	-0.953036	-0.952465	-0.948286	-0.956292	-0.799612	-0.774275
<b>SOLC</b>	(0.1088)	(0.0004)	(0.0004)	(0.0003)	(0.0003)	(0.0004)	(0.0003)	(0.0007)	(0.0010)
<b>CASADO</b>	0.031223								
<b>CAC</b>	(0.9537)								
<b>E1425</b>	-0.50005	-0.500147	-0.500289	-0.500831	-0.500139	-0.5056	-0.513471		
<b>E1C</b>	(0.1393)	(0.1392)	(0.1390)	(0.1386)	(0.1391)	(0.1344)	(0.1285)		
<b>E2635</b>	-1.075528	-1.075944	-1.075156	-1.074744	-1.074486	-1.068926	-1.068536	-0.628737	-0.55463
<b>E2C</b>	(0.0083)	(0.0083)	(0.0083)	(0.0084)	(0.0084)	(0.0086)	(0.0087)	(0.0266)	(0.0480)
<b>E3645</b>	-1.298954	-1.299065	-1.29975	-1.297502	-1.296738	-1.299948	-1.302387	-0.854119	-0.783095
<b>E3C</b>	(0.0034)	(0.0034)	(0.0034)	(0.0034)	(0.0034)	(0.0033)	(0.0033)	(0.0091)	(0.0159)
<b>E4660</b>	-1.51677	-1.516485	-1.517738	-1.514421	-1.51503	-1.513326	-1.522789	-1.118282	-1.038706
<b>E4C</b>	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)	(0.0007)	(0.0020)	(0.0038)

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>E61130</b>	-2.311516	-2.311529	-2.312268	-2.309097	-2.306914	-2.291827	-2.300003	-1.975757	-1.90821
<b>E5C</b>	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0004)	(0.0005)
<b>SINEDUCACION</b>	-0.98231	-2.376674	-0.981557	-0.987931	-0.989664	-0.990754	-0.961241	-0.759149	-0.362007
<b>SINC</b>	(0.0175)	(0.0175)	(0.0175)	(0.0164)	(0.0162)	(0.0161)	(0.0195)	(0.0502)	(0.2912)
<b>PRIMARIA</b>	-1.337958	-1.338319	-1.33754	-1.344417	-1.345078	-1.345559	-1.322402	-1.170154	-0.76551
<b>PRIC</b>	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0001)	(0.0016)
<b>SECUNDARIA</b>	-0.906052	-0.906412	-0.905587	-0.910769	-0.913311	-0.918403	-0.895391	-0.902614	-0.493229
<b>SECC</b>	(0.0054)	(0.0054)	(0.0054)	(0.0050)	(0.0048)	(0.0046)	(0.0052)	(0.0052)	(0.0587)
<b>PREPARATORIA</b>	-0.676614	-0.676842	-0.675654	-0.680274	-0.681988	-0.677101	0.0057	-0.700654	
<b>PREPC</b>	(0.0653)	(0.0652)	(0.0655)	(0.0629)	(0.0621)	(0.0638)	(0.0705)	(0.0544)	
<b>IDH2005</b>	6.876502	6.87392	6.874206	6.883302	6.855763	6.889539	6.565003	6.806803	7.068104
<b>IDHC</b>	(0.0045)	(0.0045)	(0.0045)	(0.0045)	(0.0047)	(0.0043)	(0.0068)	(0.0049)	(0.0034)
<b>R^2 Mc Fadden</b>	0.141902	0.141899	0.141893	0.141875	0.141849	0.141332	0.139463	0.137509	0.134419
<b>Log likelihood</b>	-510.0293	-510.031	-510.0345	-510.0457	-510.0611	-510.3683	-511.4793	-512.6402	-514.4773
<b>Criterio Akaike</b>	0.256561	0.256077	0.255594	0.255114	0.254637	0.254301	0.254355	0.254433	0.254839
<b>Criterio Schwarz</b>	0.2857	0.283682	0.281665	0.279652	0.277641	0.275771	0.274291	0.272836	0.271708
<b>Criterio Hannan-</b>	0.266874	0.265847	0.264821	0.263799	0.262779	0.2619	0.261411	0.260946	0.260809
<b>Davmac<sup>26</sup></b>	44.2281	37.4488	27.8924	27.3202	25.9257	24.4073	6.6433	4.2597	2.9936
<b>JB</b>	147907.2	147901.8	147932.4	147881.9	147906.7	146719.8	147454.1	147237	147121.6
<b>Proba JB</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Migración = 1</b>	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%	9.63%
<b>% Total Correcto</b>	96.99%	96.99%	96.99%	96.99%	96.99%	96.99%	96.99%	96.97%	96.97%

<sup>26</sup> El contraste de la existencia de heteroscedasticidad en el modelo se utiliza mediante el test de Davidson y MacKinnon, en el que se contrasta la hipótesis nula de homoscedasticidad frente a la alternativa de heteroscedasticidad, una vez generado este escalar lo que se busca es cumplir la desigualdad probabilística:  $Prob(Davmac < X_{\alpha}^2 = 1 - \alpha)$ , para este caso se buscará que  $Prob(Davmac < 3.84) = 0.95$ .

## Capítulo 3. Análisis de resultados

### 3.1 Resultados observados

A continuación se muestran las estimaciones para el modelo que mejor se adapta a la problemática, en total fueron incluidas 10 variables explicativas referentes a eventos climáticos, edad, estado civil, nivel de escolaridad e índice de desarrollo humano, las variables sexo e ingreso no resultaron significativas y por lo tanto fueron omitidas:

<b>Regresión logística</b>	<b>Numero de obs.</b>	<b>4124</b>
	<b>LR chi2(10)</b>	<b>159.79</b>
	<b>Prob &gt; chi2</b>	<b>0</b>
<b>Log likelihood = -</b>	<b>Pseudo R2</b>	<b>0.1344</b>

*Cuadro 10. Modelo Logit Estimado*

<b>Migración</b>	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>Z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>[95% Conf. Intervalo]</b>
<b>Ciclón</b>	2.933759	0.3340781	8.78	0	2.278978 3.58854
<b>Soltero</b>	-0.7742753	0.2354212	-3.29	0.001	-1.235692 -0.3128583
<b>e2635</b>	-0.5546301	0.2805138	-1.98	0.048	-1.104427 -0.0048331
<b>e3645</b>	-0.7830945	0.3246487	-2.41	0.016	-1.419394 -0.1467947
<b>e4660</b>	-1.038706	0.3590293	-2.89	0.004	-1.742391 -0.3350217
<b>e61130</b>	-1.908209	0.5520455	-3.46	0.001	-2.990198 -0.8262194
<b>Sin educación</b>	-0.3620071	0.3429463	-1.06	0.291	-1.034169 0.3101552
<b>Primaria</b>	-0.76551	0.2423396	-3.16	0.002	-1.240487 -0.2905331
<b>Secundaria</b>	-0.4932293	0.2609585	-1.89	0.059	-1.004699 0.01824
<b>IDH2005</b>	7.068104	2.412744	2.93	0.003	2.339212 11.79699
<b>_cons</b>	-7.755566	1.921329	-4.04	0	-11.5213 -3.989831

*Fuente: Elaboración propia con el software Stata.*

Las estimaciones muestran que en total las variables exógenas explican a la migración en un 13.44% según el pseudo  $R^2$ , el resultado más sobresaliente hasta el momento es la relación que se observa entre la variable “Ciclones” y “Migración”, la relación negativa y creciente entre las variables demográficas, y además el fuerte efecto ejercido por el índice de desarrollo humano sobre la variable explicada. Cuando se habla de modelos Logit, los coeficientes miden la variación estimada, dada una variación unitaria en la variable explicativa propuesta, específicamente hablando de los efectos de cambios climáticos sobre la migración, el coeficiente del Logit estimado indicó un incremento de 2.93 unidades por cada incremento en la variable “Ciclones”.

Debido a las características de los modelos de variable dependiente dicótoma, los coeficientes no pueden ser interpretados directamente como probabilidades, simplemente indican la dirección del movimiento y la intensidad del efecto, por ello es necesario utilizar transformaciones de los coeficientes para conocer la probabilidad de que ocurra el evento, en este caso la estimación denota  $P_i$ =“Migrar”, mientras que  $1 - P_i$ = No migrar.

$$Prob(Y_i = 1 / X_i) = \Lambda(X_i\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}} = \frac{e^{X_i\beta}}{1 + e^{X_i\beta}} = P_i$$

Para fines de esta investigación se toma en cuenta principalmente el incremento de la probabilidad de migrar dados los eventos climáticos; sin embargo las pruebas realizadas con los modelos mostraron que de las cuatro variables climáticas incluidas, únicamente los ciclones resultaron significativos al 95% para explicar la migración, teniendo un efecto positivo sobre la misma, adicionalmente la variable “Sineducacion” no resulta significativa, lo cual indica que no debe ser incluida en el cálculo de probabilidades para casos específicos, el resto de las variables referentes al nivel de escolaridad, estado civil, los rangos de edad y el IDH se tomarán en cuenta para las estimaciones probabilísticas.

### 3.2 Cálculo de probabilidades

La bondad más importante de esta clase de modelos es que permite calcular las probabilidades de que el evento ocurra dadas ciertas condiciones, esta probabilidad está dada por la estimación de la variable endógena (migración), es decir, es posible calcular la probabilidad de cada uno de los individuos de la muestra; sin embargo resulta muy extenso analizar cada uno de los casos, para ello se hace uso de estimación de efectos marginales, la finalidad es obtener la probabilidad de migrar del individuo promedio como una generalización de la muestra.

En general los coeficientes estimados de los modelos Logit no cuantifican directamente el incremento de la probabilidad dado el aumento unitario de la correspondiente variable independiente. La magnitud de la variación en la probabilidad depende del valor original de ésta y, por lo tanto, de los valores iniciales de cada uno de los regresores y sus coeficientes. De manera normal, cuanto más elevada sea la pendiente mayor será el impacto del cambio en el valor de una variable explicativa sobre la variación de la probabilidad. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de los efectos marginales, así como la probabilidad:

#### Efectos marginales

$y = \text{Pr}(\text{Migracion}) (\text{predict})$

**Probabilidad Marginal = 0.02332082**

*Cuadro 11. Estimación de efectos marginales de modelo Logit*

Variable	dy/dx	Std. Err.	Z	P>z	[ 95%	C.I. ]	X
<b>Ciclón</b>	0.0668221	0.00942	7.1	0	0.048367	0.085277	0.01697
<b>Soltero*</b>	-0.0179498	0.00558	-3.22	0.001	-0.02889	-0.00701	0.49490
<b>e2635*</b>	-0.010636	0.00452	-2.35	0.019	-0.01949	-0.001779	0.15470
<b>e3645*</b>	-0.0137805	0.0044	-3.13	0.002	-0.02241	-0.00515	0.12633
<b>e4660*</b>	-0.0171095	0.00426	-4.01	0	-0.02546	-0.008753	0.13506



<b>e61130*</b>	-0.0248695	0.00383	-6.5	0	-0.03236	-0.017371	0.12342
<b>Sin educación*</b>	-0.0073548	0.00624	-1.18	0.238	-0.01957	0.004867	0.15591
<b>Primaria*</b>	-0.0175738	0.00569	-3.09	0.002	-0.02872	-0.006423	0.48205
<b>Secundaria*</b>	-0.0098797	0.00463	-2.14	0.033	-0.01894	-0.000814	0.20877
<b>IDH2005</b>	0.1609899	0.05413	2.97	0.003	0.054906	0.267073	0.77009

*Fuente: Elaboración propia con el software Stata.*

Nótese que las medias de las variables explicativas arrojan que en promedio cada individuo de la muestra ha experimentado las consecuencias de 1.69 ciclones, 49.49% de la población es soltero, 15.47% se encuentra en el rango de 26 a 35 años, 12.63% entre 36 y 45, 13.5% entre 46 y 60, finalmente 12.34% es mayor de 61 años. De la misma forma se aprecia que el 15.59% de la población no cuenta ni con el nivel básico de educación, cabe mencionar que dentro de este porcentaje de la población puede encontrarse niños mayores de cinco años pero que no han concluido la educación primaria, el 48.20% estudió la primaria y el 20.87% estudió hasta nivel secundaria, así mismo el índice de desarrollo promedio es de 0.77 y es para éstos datos para los que se estimó el efecto marginal sobre la variable migración.

En los resultados expuestos en el cuadro 11 puede observarse que **la probabilidad de migrar del individuo promedio es igual a 2.33%**. A partir de la interpretación de los efectos marginales **la probabilidad de migrar dada la exposición a ciclones incrementa en promedio un 6.68%** lo cual comprueba la hipótesis inicial de que fenómenos meteorológicos fuertes incrementan la probabilidad marginal de migrar, tomando en cuenta el resto de las variables explicativas se observa que si la persona es soltera su probabilidad de migrar decae aproximadamente en un 1.7%, a medida que incrementa la edad disminuye la probabilidad de migrar, ya que si la persona se encuentra en un rango de edad entre 26 y 35 años la probabilidad

de migrar disminuye en 1.06%, mientras que si la persona es mayor de 61 años la probabilidad de migrar disminuye en un 2.48%.

### 3.2.1 Interpretación a partir de Ratio “Odds”

Como se mencionó en la sección teórica de los modelos, otra manera de interpretar los resultados del modelo Logit es a través del antilogaritmo de los coeficientes estimados, conocido como ratio “Odds”, los cálculos se muestran en el cuadro 12:

<b>Regresión logística</b>	<b>Numero de</b>	<b>4124</b>
	<b>LR chi2(10)</b>	<b>159.79</b>
	<b>Prob &gt; chi2</b>	<b>0</b>
<b>Log likelihood = -514.47726</b>	<b>Pseudo R2</b>	<b>0.1344</b>

Cuadro 12. Estimaciones de razón de oportunidades

<b>Migración</b>	<b>Ratio Odds</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>[95% Conf. Intervalo]</b>
<b>Ciclón</b>	18.79816	6.280051	8.78	0.000	9.766691 36.1812
<b>Soltero</b>	0.4610378	0.108538	-3.29	0.001	0.2906335 0.7313535
<b>e2635</b>	0.5742847	0.1610948	-1.98	0.048	0.3314007 0.9951786
<b>e3645</b>	0.4569897	0.1483611	-2.41	0.016	0.2418605 0.8634712
<b>e4660</b>	0.3539123	0.1270649	-2.89	0.004	0.1751013 0.7153225
<b>e61130</b>	0.1483459	0.0818937	-3.46	0.001	0.0502775 0.4377009
<b>Sin educación</b>	0.6962774	0.2387857	-1.06	0.291	0.3555215 1.363637
<b>Primaria</b>	0.4650967	0.1127113	-3.16	0.002	0.2892433 0.7478648
<b>Secundaria</b>	0.6106512	0.1593547	-1.89	0.059	0.3661549 1.018407
<b>IDH2005</b>	1,173.92	2,832.368	2.93	0.003	10.37306 132,852.5
<b>_cons</b>	0.0004284	0.000823	-4.04	0.000	9.92E-06 0.0185028

Fuente: Elaboración propia con el software Stata.

En este caso, se ha obtenido la “razon de oportunidad” para cada una de las variables, lo interesante a analizar en este caso será el incremento o decremento en las oportunidades de migrar, usualmente esta interpretación se da de manera marginal, o se debe realizar comparativos entre coeficientes estimados, es decir, esta transformación indica la utilidad de un individuo con respecto a otro al tomar una decisión.

El Ratio Odds se calcula a través del antilogaritmo del coeficiente estimado ( $e^{2.93} = 18.7981$ ) en este caso valores por arriba de 1 indican mayores oportunidades de migrar, ello indica que en promedio las oportunidades de migrar para un individuo que enfrente un incremento de desastres climáticos serán considerablemente mayores que los individuos que habiten lugares donde se mantengan con buena condiciones climáticas.

Por otro lado, tomando en cuenta la transformación del 1/ratio “Odds” se observa que las oportunidades de migrar para una persona expuesta a ciclones aumentan a medida que se registran más incidencias climáticas, y que de manera general una persona que se expone a un ciclón aumenta su probabilidad.

Con fines de comparación es posible calcular la probabilidad de un punto específico por ejemplo, para una persona soltera, entre 36 y 45 años, con primaria como máximo nivel de escolaridad, expuesto a un ciclón y con un IDH de 0.77, en este caso la probabilidad marginal de migrar es de 15.42%

#### **Marginal effects after Logit**

**y = Pr(Migracion) (predict)**

**Probabilidad Marginal = 0.15426226**

Cuadro 13. Estimación de efectos marginales para un caso específico

Variable	dy/dx	Std.	z	P>z	[ 95%	C.I. ]	X
<b>Ciclón</b>	0.3827541	0.15504	2.47	0.014	0.07888	0.686628	1
<b>Soltero*</b>	-0.1292146	0.0446	-2.9	0.004	-0.21663	-0.041799	1
<b>e2635*</b>	-0.059445	0.02899	-2.05	0.04	-0.116258	-0.002632	0
<b>e3645*</b>	-0.1310094	0.05117	-2.56	0.01	-0.231304	-0.030715	1
<b>e4660*</b>	-0.0936233	0.03677	-2.55	0.011	-0.165687	-0.021559	0
<b>e61130*</b>	-0.1279169	0.04982	-2.57	0.01	-0.225567	-0.030267	0
<b>Sin educación*</b>	-0.0415731	0.03703	-1.12	0.262	-0.114146	0.031	0
<b>Primaria*</b>	-0.1274376	0.05419	-2.35	0.019	-0.233642	-0.021233	1
<b>Secundaria*</b>	-0.0540424	0.02977	-1.82	0.069	-0.112393	0.004308	0
<b>IDH2005</b>	0.9221431	0.42839	2.15	0.031	0.082509	1.76178	0.77

Fuente: Elaboración propia con el software Stata.

Sin embargo, al indicar que la misma persona no ha estado expuesta a fenómenos meteorológicos extremos (Ciclones=0), los resultados pueden observarse en el cuadro 14 donde el efecto climático sobre la migración disminuye considerablemente comparado con la estimación anterior (se puede observar una disminución de la probabilidad marginal de 15.42% a 0.96% esto es una diferencia de probabilidades de 14.46% aproximadamente).

### Marginal effects after logit

$y = \text{Pr}(\text{Migracion})$  (predict)

**Probabilidad Marginal = 0.00960323**

Cuadro 14. Estimación de efectos marginales para un caso específico

Variable	dy/dx	Std. Err.	Z	P>z	[ 95% C.I. ]	X
Ciclón	0.027903	0.01009	2.77	0.006	0.008134 0.047672	0
Soltero*	-0.0109951	0.00393	-2.79	0.005	-0.018706 -0.003285	1
e2635*	-0.0040656	0.00178	-2.28	0.022	-0.007556 -0.000575	0
e3645*	-0.0111738	0.00386	-2.9	0.004	-0.018731 -0.003616	1
e4660*	-0.0061833	0.00225	-2.74	0.006	-0.010598 -0.001768	0
e61130*	-0.0081669	0.00292	-2.79	0.005	-0.013899 -0.002435	0
Sineducación*	-0.0028972	0.00252	-1.15	0.25	-0.007837 0.002043	0
Primaria*	-0.010819	0.00525	-2.06	0.039	-0.021117 -0.000521	1
Secundaria*	-0.003717	0.00194	-1.91	0.056	-0.007523 0.000089	0
IDH2005	0.0672248	0.03172	2.12	0.034	0.005064 0.129385	0.77

Fuente: Elaboración propia con el software Stata.

### 3.2.2 Interpretación de resultados de variables demográficas

Realizando una interpretación de las variables demográficas utilizadas se encontró que si la persona es soltera el Logit estimado disminuye en promedio 0.77 unidades, lo que sugiere una relación negativa entre el ser soltero y migrar, a través de la interpretación del antilogaritmo del coeficiente ( $e^{-0.77} = 0.4610$ )<sup>27</sup> en este caso las oportunidades de migrar de una persona soltera, son menores que las

<sup>27</sup> Valores por arriba de 1, indican mayores oportunidades de migrar, mientras que valores menores que 1 indican también menores oportunidades de migrar.

oportunidades de una persona casada. Adicionalmente es posible dividir  $1/0.4610 = 2.16$ , esto quiere decir que si la persona es soltera sus oportunidades de migrar son en promedio dos veces menores que una persona casada.

Al interpretar el Logit a través del Ratio “Odds” (razón de oportunidad), para obtener las probabilidades se extrae 1 del coeficiente y se multiplicarlo por 100. Así por ejemplo:  $(1 - 0.461) * 100 = 53.9$ , indica que la probabilidad de migrar de una persona soltera es en promedio 53.9% menor que la probabilidad de migrar de una persona casada; sin embargo, habría que tomar con precaución este resultado, ya que resulta un tanto elevado para la realidad, no obstante, se puede entender que el incremento de las probabilidades de migración se debe al aumento de satisfactores que deben ser cubiertos al contraer matrimonio y formar una familia.

En lo referente a la edad, el cuadro 15 muestra que para una persona entre 26 y 35 años de edad el logit estimado disminuye en promedio 0.55 unidades, mostrando una relación negativa en la probabilidad de migrar, la cual aumenta a medida que el individuo envejece. Calculando el antilogaritmo (Ratio “Odds”) se tiene que  $e^{-0.55463} = 0.5742$ , para las personas entre 36 y 45 años de edad este valor es 0.4569, mientras que para los individuos de más de 60 años el resultado es 0.1483, lo cual indica una disminución de las posibilidades de migrar para la gente mayor con respecto a la gente más joven.

*Cuadro 15. Estimaciones del Ratio “Odds” para la edad*

<b>Rango de edad</b>	<b>Coef. Est. Logit</b>	<b>Odds ratio</b>	<b>1/Odds ratio</b>	<b>1-Odds ratio</b>
<b>Edad 26-35</b>	-0.5546301	0.57428465	1.74129676	42.57153
<b>Edad 36-45</b>	-0.7830945	0.456989666	2.18823329	54.30103
<b>Edad 46-60</b>	-1.038706	0.353912348	2.82555838	64.60877
<b>Edad 61-130</b>	-1.908209	0.148345836	6.74100484	85.16541

*Fuente: Elaboración propia con el software Stata.*

Por otro lado, se observa que para una persona mayor de 60 años las oportunidades de migrar son en promedio 6.74<sup>28</sup> veces menores que para personas más jóvenes, los resultados obtenidos muestran que este valor disminuye para individuos de menor edad (ver cuadro 15) y que a su vez, la probabilidad de migrar de una persona mayor de 60 años es 85.16% menor comparada con individuos más jóvenes.

Para las variables referentes al nivel de escolaridad, el modelo muestra que el nivel de estudios también tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de migrar; sin embargo se realizaron observaciones interesantes, ya que el logit estimado disminuye en 0.3620 unidades para las personas sin educación, para los individuos que ha estudiado solo la primaria el logit estimado disminuye en 0.7655 unidades, mientras que para el nivel secundaria el logit disminuye 0.4932 unidades; recordemos que la interpretación de este coeficiente solo nos indica la dirección del movimiento, más no el aumento o la disminución en la probabilidad.

Las interpretaciones a partir del Ratio "Odds", indican que para una persona sin educación las oportunidades de migrar son en promedio 1.43 veces menores, para un individuo con primaria, este valor es en promedio 2.15, mientras que al haber estudiado la secundaria se tienen en promedio 1.63 veces menos oportunidades de migrar, así mismo, con el nivel secundaria la probabilidad de migrar es 38.93% menor, para el nivel primaria la probabilidad de migrar es 53.49% menor y para los individuos sin educación la probabilidad de migrar es 30.37% menor que el resto de los individuos.

---

<sup>28</sup> Calculando  $1/\text{Odds ratio} = 1/0.1483 = 6.74$

Cuadro 16. Estimaciones del Ratio "Odds" para el nivel de escolaridad

Variable	Coef. Est. Logit	Odds ratio	1/Odds ratio	1-Odds ratio
<b>Sin educación</b>	-0.3620071	0.696277424	1.43620914	30.37226
<b>Primaria</b>	-0.76551	0.465096671	2.15009064	53.49033
<b>Secundaria</b>	-0.4932293	0.610651231	1.63759598	38.93488

Fuente: Elaboración propia con el software Stata.

Los resultados anteriores indican en conjunto que una persona sin educación tiene una probabilidad de migrar más alta, pero esta probabilidad disminuye si la persona ha estudiado la primaria, lo cual nos indicaría que a medida que incrementa el nivel de estudios de la persona disminuyen sus deseos de migrar; sin embargo, la probabilidad de migrar aumenta nuevamente en individuos con estudios superiores, lo cual podría indicar que a medida que el individuo alcanza una profesionalización más elevada, las oportunidades de trabajo en el lugar de origen disminuyen forzando a las personas a migrar.

### 3.3 Estadísticas de predicción del modelo

Adicionalmente, es posible conocer el poder de predicción que tiene el modelo, el cuadro 17 revela que aproximadamente el 96.97% de las observaciones son previstas por el modelo de manera correcta.

Clasificado	VERDADERO		Total
	1	0	
<b>+</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>16</b>
<b>-</b>	<b>122</b>	<b>3,986</b>	<b>4,108</b>
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>3,989</b>	<b>4,124</b>



*Cuadro 17. Clasificación de las observaciones del modelo*

Sensibilidad		<b>Pr( +   1 )</b>	<b>9.63%</b>
Especificidad		Pr( -   0 )	99.92%
Valor de predicción positiva		Pr( 1   + )	81.25%
Valor de predicción negativa		Pr( 0   - )	97.03%
Falso + tasa para verdadero ~D		Pr( +   0 )	0.08%
Falso – tasa para verdadero D		Pr( -   1 )	90.37%
Falso + tasa para clasificado	+	Pr( 0   + )	18.75%
Falso – tasa para clasificado	-	Pr( 1   - )	2.97%
Correctamente clasificados			96.97%

*Fuente: Elaboración propia con el software Stata.*

### 3.4 Conclusiones

El resultado de la estimación indica que las variables significativas para explicar la probabilidad de migrar son el estado civil, la edad, el grado de escolaridad, el índice de desarrollo humano y la cantidad de ciclones a los que la persona se vea expuesta. El valor de  $\chi^2=159.79$ , el valor del estadístico de probabilidad de  $\chi^2$  indica que podemos rechazar la probabilidad de que todos los coeficientes de que sean iguales a cero, en cuanto a la interpretación del Pseudo  $R^2$  o  $R^2$  Mc Fadden, indica que alrededor del 13.44% del valor de la variable dependiente puede ser explicada por los cambios de las variables independientes.

Las principales observaciones indican que las variables que explican la migración en el estado de Michoacán son la incidencia de ciclones, las variables demográficas y el índice de desarrollo humano, pese a que se trabajó en comprobar la relación entre migración y nevadas, sequías e inundaciones, estas variables no resultaron significativas, por lo tanto, hasta el momento el único factor de peso en cuanto a variables ambientales se refiere son los ciclones, demostrando una relación positiva e incrementando la probabilidad de migración en 6.68% en términos marginales, mientras que la probabilidad de migrar del individuo promedio en el estado de Michoacán es de 2.33%.

Otros factores sociales, demográficos y económicos influyen en la decisión de migrar, en general se observa que a medida que la gente envejece, permanece más arraigada a su lugar de residencia y es más complejo abandonar bienes y actividades ante cualquier tipo de contingencia. A medida que incrementa el nivel de escolaridad aumentan las probabilidades de migrar, ya que a medida que el individuo incrementa su preparación, las oportunidades para laborar en el lugar de origen se limitan, por lo que es necesario migrar hacia zonas más industrializadas o con mayores oportunidades laborales.

El estado civil del individuo tiene también un efecto sobre la migración, se observó que si la persona es soltera su probabilidad de migrar decae aproximadamente en

un 1.7%, y las oportunidades de migrar de una persona casada son mayores comparadas con una persona soltera, lo cual se puede atribuir al incremento de necesidades una vez que se tiene una familia.

El índice de desarrollo humano indicó una fuerte relación con la migración, indicando que a medida que incrementa el índice incrementa la probabilidad de migrar, lo cual constituye un resultado no esperado en términos económicos; sin embargo, para esta aplicación se infiere que a medida que incrementa el nivel de desarrollo de las regiones, el individuo tendrá más oportunidades de responder ante contingencias climáticas o de cualquier índole y determinará migrar.

Aunque la migración medioambiental no ha sido considerada como factor de peso en la sociedad mexicana frente al fenómeno migratorio, los resultados del modelo indican que se debe comenzar a mirar con atención esta relación, ya que los efectos de los fenómenos meteorológicos incrementaron la probabilidad marginal de migración. De acuerdo con los datos obtenidos entre 2005 y 2010, el efecto reportado de los ciclones fue el más alto de las variables incluidas; además las variables demográficas como edad, estado civil y nivel de educación mantienen una relación negativa con la migración.

El aumento de eventos climáticos extremos incrementará la probabilidad de migrar. Tomando en cuenta la posición del estado en el índice de vulnerabilidad ambiental, el incremento en la incidencia de ciclones traerá consigo un incremento en la movilidad poblacional, el incremento de migrantes ambientales ocasionará presiones a la capacidad de carga de las regiones receptoras, por lo que será necesario implementar políticas para la prevención de desastres naturales y procurar el bienestar de la población.

## Bibliografía

- Abu Mumuni, Nii Samuel, Sward Jon (2013). *Climate change and internal migration intentions in the forest-savannah transition zone of Ghana*. *Popul Environ* (2014) 35:341-364. DOI 10.1007/s11111-013-0191-y. Springer Science+Business Media New York.
- Aguilar Adrián (1995). *Los asentamientos humanos y el cambio climático en México un escenario futuro de vulnerabilidad*. Instituto de Geografía, UNAM. <[http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/publicaciones/cambio\\_climatico/asentamientos.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/publicaciones/cambio_climatico/asentamientos.pdf)> (12 de febrero de 2016).
- Alamilla L. Norma, Arauco C. Sigfredo (2009). "Limitaciones del modelo lineal de probabilidad y alternativas de modelación microeconómica" Ensayo, Temas de ciencia y tecnología Vol.13, Núm. 39, p: 3-12 <[http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/Temas39/1ENSAYO%2039-1.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas39/1ENSAYO%2039-1.pdf)> (12 de febrero 2016)
- Albo, A. Y Ordaz, J. L. (2011). *Migración y cambio climático. El caso mexicano* (Documento de Trabajo No. 11/27). Recuperado de Servicio de Estudios Económicos del Grupo BBVA: <[http://www.bbvaresearch.com/KETD/fbin/mult/WP\\_1127\\_Mexico\\_tcm346-267325.pdf?ts=14102011](http://www.bbvaresearch.com/KETD/fbin/mult/WP_1127_Mexico_tcm346-267325.pdf?ts=14102011)> (17 de febrero de 2016)
- Arango (1985). *Las leyes de las migraciones 100 años después*. <[http://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS\\_032\\_03.pdf](http://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_032_03.pdf)> (8 de diciembre de 2015).
- Berbieri A. F., Domingues E., Queiroz B. L., Ruiz R.M., Rigotti J. I., Carvalho J. A., Resende M. (2010). *Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050*. *Popul environ* 31:344-370.
- Barrios S., Bertinelli L., Strobl E. (2006). *Climatic change and rural-urban migration: The case of sub-Saharan África*. *Journal of Urban Economics* 60.
- Birk Thomas y Rasmussen Kjeld (2014). *Migration from atolls as climate change adaptation: Current practices, barriers and options in Solomon Islands*. *Natural resources forum* 38, 1:13.

- Black R., Adger W. N., Arnell N., Dercon S., Geddes A., Thomas D. (2011). *The effect of environmental change on human migration*. Global environmental change, Elsevier 21:3-11
- Brzoska M., Fröhlich C. (2015). *Climate change, migration and violent conflict: vulnerabilities, pathways and adaptation strategies*. Institute for Peace Research and Security Policy at Hamburg University. Hamburg, Germany. <<http://www.tandfonline.com/loi/rmad20>> (22 de febrero de 2016).
- Cabrer B. Bernardí, Sancho P. Amparo, Serrano D. Guadalupe (2001). *Microeconometría y decisión*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- CNN México (2010). “*Migrantes ambientales: huir de los daños del cambio climático*”. Tania Montalvo. <<http://mexico.cnn.com/planetacnn/2010/11/26/migrantes-ambientales-huir-de-los-danos-del-cambio-climatico>> (10 de enero de 2016)
- Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional (2016). ¿Qué es un ciclón? <[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39&Itemid=47](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=47)> (24/03/2016)
- Deheza, E. (2011). *Informe preliminar “Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies. <<https://www.rusi.org/downloads/assets/CC-Interim-report-Spanish-version.pdf>> (17 de febrero de 2016)
- Dickens William T. y Kevin Lang (1985). *A test of dual labor market theory*. <<http://www.nber.org/papers/w1314>>(16 de enero de 2016)
- Doeringer P. B. y Piore M. J. (1971). *Internal Labor Markets and Manpower Analysis*. Lexington. Mass.Heath.
- EIRD (2016). “Anexo II, Sobre sequías, heladas, nevadas y granizadas atípicas”. <<http://www.eird.org/cdfororegional/pdf/spa/doc13572/doc13572-2ane.pdf>> (24 de marzo de /2016)
- Foro de vulnerabilidad climática (2016). <<http://www.thecvf.org/es/publicaciones-y-datos/impactos-climaticos/>> (13 de mayo de 2016)

- Flores (2001). *Lewis Arthur W: El desarrollo económico desde dentro*. Ensayo bibliográfico.  
<<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/438/6/RCE10.pdf>> (28 de diciembre de 2015)
- Foresight (2011). *Migración y cambio climático, retos y oportunidades*. Resumen ejecutivo. Oficina del gobierno de la ciencia, Londres.  
<[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf)>(12 de febrero de 2016)
- Fetzek, S. (2009). *Impactos relacionados con el clima en la seguridad Nacional de México y Centroamérica*. Primer Informe. Instituto Real de Servicios Unidos-FUNDAECO. Gran Bretaña.
- Floodup, (2016). ¿Qué son las inundaciones?  
<<http://www.floodup.ub.edu/inundaciones/>> (24 de marzo de 2016)
- Galindo, L. M. (2010). *La Economía del Cambio Climático en México*. Síntesis. México: SEMARNAT.
- García A. Rocío (2003). *Un estado de la cuestión de las teorías de la migración*. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. Historia Contemporánea 26, 2003, 329-351
- García G. José O. (2013). *Desarrollo humano y migración en Michoacán*. Resumen < <http://cimexus.umich.mx/index.php/cim1/article/viewFile/120/108>> (17 de febrero de 2016)
- Global Climate Risk Index (2014).  
<<https://germanwatch.org/en/download/8551.pdf>> (24 de marzo de 2016).
- Greenpeace (2010). México ante el cambio de climático, Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación.  
  
<<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>> (24 de marzo de 2016).
- Gutiérrez, Montes I., Escobedo A., Bucardo E., Castillo R. (2008). *Diagnóstico rural para implementar un programa de educación ambiental en las comunidades*

de Matina, Bataán y Pacuare, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical. Investigación y Enseñanza (catie). Serie Técnica. Informe Técnico Número 374,50.

- Harris John R. y Todaro P., (1970). *Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis*. The American Economic Review, Vol. 60, No. 1, p. 126-142.
- Hertel, Thomas W., Rosch, Stephanie D., (2010). Climate change, agriculture, and poverty. *Applied Economic Perspectives and Policy* 32 (3), 355–385.
- INE-SEMARNAT (2006). Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. INE-SEMARNAT; PNUD; EPA. Global Environment Facility.
- (IDMC)/ (NRC) (2014). *Global Estimates 2014. People displaced by disasters*. Geneva: Internal Displacement Monitoring Centre / Norwegian Refugee Council.
- INECC y PNUD (2013). Guía “Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático”. México DF  
< [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012\\_estudio\\_cc\\_vyagef3.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_estudio_cc_vyagef3.pdf)>  
(17 de febrero de 2016).
- INEGI (2010). Principales resultados del censo de población y vivienda 2010. Michoacán de Ocampo. Características demográficas de la población.  
<[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi\\_result/mich/16\\_principales\\_resultados\\_cpv2010-2.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/mich/16_principales_resultados_cpv2010-2.pdf)>  
(17 de febrero de 2016)
- Joseph George y Wodon Quentin (2013). *Is internal migration in Yemen driven by climate or socio-economic factors?* *Review of International Economics*, 21(2), 295–310, DOI:10.1111/roie.12037
- Kalkstein Laurence S. (1991). *Global warming and human health: What are the possibilities?* Majumdar, Miller and Cahir ed. *Air pollution: environmental issues and health effects*, Pennsylvania Academy of Science, p. 350-360.
- Lee, S. (1966). *A Theory of Migration*. *Demography*, Vol. 3, No. 1. p.47-57.  
<<http://links.jstor.org/sici?sici=00703370%281966%293%3A1%3C47%3AATOM%3E2.0.CO%3B2-B>> (10 de diciembre de 2015).

- Lilleor B. Helene y Van den Broeck Katleen (2011). *Economic drivers of migration and climate in LDCs*. Global Environmental Change 21S 70-81.
- Marchiori, L., J. F. Maystadt y I. Schumacher (2012). *The impact of weather anomalies on migration in sub-Saharan Africa*. Journal of Environmental Economics and Management 63(3): 355–374.
- Martin Maximilian, Billah Motasin, Siddiqui Tasneem, Abrar Chowdhury, Black Richard y Kniveton Dominic (2014). Climate-Related migration in rural Bangladesh: a behavioral model. Popul Environ 36:85-110. DOI10.1007/s11111-014-0207-2. Springer Science+Business Media New York.
- Medina M. Eva (2003). Modelos de elección discreta.  
<[http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/eva/pdf/logit.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/logit.pdf)> (24 de marzo de 2016)
- MAGRAMA (2016). ¿Qué es sequía?  
<<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/>> (24 de marzo de 2016)
- Ochoa L. Luz E., Ayvar Francisco J., 2015. *Migración y cambio climático en México*. Revista CIMEXUS Vol.X. No.1  
<<http://cimexus.umich.mx/index.php/cim1/article/viewFile/208/169>> (17 de febrero de 2016).
- OIM, Organización internacional para las migraciones (2008). *Migración y cambio climático*. Serie de estudios de la OIM sobre la migración. Ginebra, Suiza  
<[http://publications.iom.int/system/files/pdf/mrs-31\\_sp.pdf](http://publications.iom.int/system/files/pdf/mrs-31_sp.pdf)> (12 de febrero de 2016).
- Pedraza R. Oscar, Navarro C. José, Armas A. Enrique (2013). *Historia de la migración en Michoacán*. Universidad de San Nicolás de Hidalgo, disponible en <http://cimexus.umich.mx/index.php/cim1/article/viewFile/24/21>
- Riera, J. (2013). *Retos relacionados con el desplazamiento inducido por el cambio climático*. Conferencia Internacional. “Millones de personas sin protección: Desplazamiento inducido por el cambio climático en países en desarrollo” (Berlín, 29 de enero de 2013). ACNUR.



<[http://www.acnur.es/PDF/medioambiente\\_retos\\_desplazamiento\\_cambio\\_climatico\\_201306271\\_01840.pdf](http://www.acnur.es/PDF/medioambiente_retos_desplazamiento_cambio_climatico_201306271_01840.pdf)> (17 de febrero de 2016)

- Ruiz Mesa y Laura Elena (2012). *Cambio climático y migraciones laborales en la frontera sur de México*. Revista Luna Azul, núm. 35, julio-diciembre, 2012, p. 301-320, Universidad de Caldas Manizales, Colombia.
- Saldaña, S. y Sandberg, K. (2009). *Impact of climate related disasters on human migration in Mexico: a spatial model*. Climatic Change.
- Schultz Theodore W. (1961). *Investment in human capital*. The American Economic Review, Vol.51, No. 1 (Mar. 1961), p.1-17. <<http://www.ssc.wisc.edu/~walker/wp/wp-content/uploads/2012/04/schultz61.pdf>> (10 de diciembre de 2015)
- Seo (2010). A microeconomic analysis of adapting portfolios to climate change: adoption of agricultural systems in Latin America. Applied Economic Perspectives and Policy 32 (3), 489–514.
- Smith Christopher, Kniveton Dominic, Wood Sharon y Black Richard (2008). *Modelos de predicción*. Revista: Migraciones forzadas, No. 31. Centro de estudios sobre refugiados, Universidad de Oxford, Instituto de desarrollo social y paz de la Universidad de Alicante. <<http://www.fmreview.org/es/pdf/RMF31/RMF31.pdf>> (12 de febrero de 2016).
- Smith Christopher, Kniveton Dominic, Wood Sharon y Black Richard (2011). *Climate change and migration: A modelling approach*. School of Global Studies, University of Sussex, Brighton, UK
- Stark, Oded y Bloom David E. (1985). The New Economics of Labor Migration <<http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/eco02268/stark-bloom-1985.pdf>> (8 de diciembre de 2015)
- The World Bank Group (2016). Climate change knowledge portal <[http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country\\_historical\\_climate&ThisRegion=Latin%20America&ThisCCCode=MEX](http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Latin%20America&ThisCCCode=MEX)> (13 de mayo de 2016).
- Warner, Koko (2009). Global environmental change and migration: Governance challenges. <[www.elsevier.com/locate/gloenvcha](http://www.elsevier.com/locate/gloenvcha)> (12 de febrero de 2016).