



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Filosofía y Letras  
Colegio de Geografía



*PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*

***Título: Escenarios para Cambio Climático y la tendencia  
de Sequías en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda  
Guanajuato***

ALUMNA: BELLO MENDOZA LOURDES

TUTORA: DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA

MÉXICO D.F., NOVIEMBRE DE 2011

## ÍNDICE

1. Planteamiento del Problema .....	2
2. Objetivos e Hipótesis.....	4
3. Marco de referencia .....	5
4. Metodologías.....	5
5. Estructura Capítular de la Investigación .....	10
6. Cronograma .....	11
7. Fuentes de Consulta .....	12

**Título:**

*Escenarios para Cambio Climático y la tendencia de sequías en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato.*

**Planteamiento del Problema**

El clima de la Tierra constituye la expresión de un amplio sistema físico, sumamente complejo, cuyo funcionamiento está dominado por intercambios energéticos. La estructura de este sistema se puede representar las entradas; los componentes internos del sistema son la parte central; y la salida está conformada por el mosaico de climas del globo. Los distintos elementos mantienen fuertes vínculos entre sí, que se articulan a través de una amplia gama temporal y espacial de procesos físicos que van desde los de pequeña dimensión, que ocurren cada día a nuestro alrededor, hasta aquellos que abarcan todo el planeta y duran muchos años (Llebot, 1998).

Tomando en cuenta a la atmósfera como un sistema esta se define como el medio donde se despliegan las manifestaciones del tiempo y del clima, siendo por ello el componente central del sistema, además de ser el más inestable debido a su baja densidad y fácil movilidad. Juega un papel esencial en el equilibrio energético de la Tierra porque controla la cantidad de radiación que llega al suelo y la radiación terrestre liberada al espacio; a la vez, es el principal medio de transferencia de calor del planeta (Cuadrat, 1997).

**Los efectos de la acción antrópica y su influencia en el sistema atmósfera**

La humanidad mediante la realización de sus actividades económicas, emite continuamente hacia la atmósfera gases y partículas sólidas susceptibles de modificar su composición. Hasta el siglo XIX, estas emisiones presentaban unas tasas suficientemente reducidas para ser amortiguadas y neutralizadas por el sistema, de forma que hasta esos momentos no puede hablarse de cambios significativos en la composición atmosférica como consecuencia de la acción humana (Llebot, 1998).

La Revolución Industrial supone un hito claro en este proceso y a partir de ella el hombre comienza a realizar emisiones hacia la atmósfera que desbordan la capacidad amortiguadora del sistema. Como consecuencia de ello comienzan a detectarse cambios importantes en las concentraciones atmosféricas de ciertas sustancias e incluso la aparición de sustancias nuevas, inexistentes con anterioridad a la Revolución Industrial (Barros, 2004).

Por otro lado parece evidenciarse cada vez más que estos cambios no son irrelevantes para el clima; sus efectos sobre el balance energético del planeta parecen ser lo suficientemente importantes como para favorecer cambios climáticos significativos si persisten las actuales emisiones.

Se entiende por efecto invernadero la acumulación de calor en las capas bajas de la atmosfera como consecuencia de la intervención de ciertos gases que son transparentes o casi transparentes para la radiación de onda larga emitida por el Sol, pero opacos para la radiación infrarroja de onda larga emitida por la Tierra. La radiación solar consigue atravesar esta capa gaseosa y penetrar en la superficie terrestre, pero la irradiación terrestre no consigue escapar hacia el espacio exterior, quedando retenida en las capas bajas de la atmosfera. Resulta de ello una acumulación de calor en estas capas que se traduce de inmediato en un aumento de la temperatura.

La naturaleza dispone en abundancia de este tipo de gases (el vapor de agua y el dióxido de carbono son los más representativos) y ello es lo que posibilita la existencia en la atmosfera terrestre de unas temperaturas tan favorables para la vida humana como las que ahora tenemos. El problema se produce cuando estos gases aumentan sus concentraciones de manera significativa, fenómeno que parece estar sucediendo en los momentos actuales.

La variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar, alteran el equilibrio energético del sistema climático (IPCC, 2007).

## **Objetivo General:**

- ✓ Elaborar los Escenarios de Cambio Climático del área natural protegida e identificar sus efectos y la vulnerabilidad ante la sequía a partir de estos.

### *Objetivos Particulares:*

- ✓ Calcular la extensión de afectación por sequía utilizando Índices de RClimDex y analizar su tendencia y variabilidad climática.
- ✓ Analizar los recientes escenarios de Cambio Climático y evaluar si se cumplen los modelos actuales.

## **Hipótesis**

El clima actual se ve afectado por distintas variables y los escenarios a nivel nacional y estatal indican un aumento en la temperatura (entre .5 y 4°) y una disminución de la precipitación (hasta del 25%) ambas para el 2080 El estado es muy vulnerable a la sequía ya que el 50% de su superficie se verá afectada por desertificación bajo cambio climático. (INE, 2007). Además de que las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos (IPCC, 2007).

La Reserva de la Biosfera de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato (SGGTO), fue decretada el viernes 2 de Febrero del 2007 y se le considera por que representan áreas biogeográficas relevantes y representativas tanto especies endémicas, amenazadas y recursos biológicos.

En la parte alta alberga en su parte alta bosques templados, tropicales y matorrales, además de que la falta de comunicación ha mantenido conservado, constituyendo una importante zona de recarga de los mantos acuíferos.

Que en la región de la Sierra Gorda de Guanajuato existe una diversidad biológica notable por la variedad de su orografía, que permite el desarrollo de una gran diversidad de especies de flora y fauna, en las que se comprenden 31 familias, 56 géneros y 84 especies de las cuales, 39 son de la forma arbórea, 18 arbustivas, 27 herbáceas y una epífita (Presidencia de la Republica, 2007).

Esta se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad debido a la situación del estado en la que el más del 50% de su superficie sufre por una tendencia a la sequía, debido al cambio climático (INE).

## **Marco Teórico y Metodológico**

El Cambio Climático es un concepto que ha sido definido por expertos e instituciones. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático maneja:

“Un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadístico) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un tiempo prolongado, generalmente cifrado en decenios o en periodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana”.

### **Modelos Climáticos**

Es una representación simplificada de la realidad; en consecuencia un modelo climático es una representación simplificada de los procesos que gobiernan el clima o, lo que es lo mismo, del funcionamiento del sistema climático mundial. Su objetivo es simular el funcionamiento de este sistema a fin de comprender los procesos que lo gobiernan y predecir los efectos que sobre el clima pudieran derivarse de cambios en estos procesos.

Un modelo climático está constituido por una serie de ecuaciones matemáticas que expresan o simulan las principales leyes y procesos que gobiernan el sistema climático mundial.

Es una representación matemática del sistema climático de la Tierra, pretende simular los múltiples procesos que originan al clima mediante la descripción de este sistema en términos de leyes físicas básicas; por lo tanto se pueden considerar que un modelo está compuesto por una serie de ecuaciones que expresan dichas leyes (IPCC, 2008).

#### *Downscaling*

Statistical Downscaling Model (SDSM) Es un programa de reducción de escala espacial desarrollado por el Reino Unido; emplea modelos estadísticos (técnicas múltiples de regresión lineal) para desarrollar información climática de modelos con baja resolución espacial (como la de los MCG) con datos de alta resolución (como la proporcionada por las estaciones climáticas locales y así generar escenarios diarios de clima de superficie bajo forzamientos climáticos presentes y futuros.

#### *RClimDex*

Es un servidor para monitorear y detectar cambio climático con el fin de calcular índices extremos climáticos (Saavedra, 2009). Se utilizará para calcular y detectar el índice de la tendencia lineal de aridez de la zona de estudio.

Fue creado por el Departamento de Investigación Climática del Servicio Meteorológico de Canadá (Vazquez, 2010).

### ***Características de la Zona***

La Sierra Gorda del Norte y Noreste de Guanajuato se caracteriza por la conservación de amplias áreas de ecosistemas y recursos naturales lo que ha propiciado el decreto del Área Natural Protegida: Reserva de la Biosfera ‘Sierra Gorda de Guanajuato’ (SGGTO). Sus condiciones orográficas, con escarpadas y abruptas serranías, comunicadas únicamente por caminos de terracería y brechas, generan condiciones de inaccesibilidad a muchos de los recursos naturales que aún se conservan en condiciones de baja alteración y en algunos casos aparentemente aun intactos.

La vegetación está limitada por numerosos factores como son el Clima, la Fisiografía, la Geología, la Orografía, la Edafología y la Hidrología. Dichos factores son tan diversos en la Sierra Gorda que en muchos de los casos forman microclimas tan complejos que una simple ladera o una barranca son el único lugar de sustento para alguna especie vegetal a nivel mundial.

Tal es el caso de las siguientes especies de Cactáceas endémicas (es decir, únicas de un lugar determinado, en este caso microclimas de la Sierra Gorda Guanajuatense) y las cuales son nuevos registros a escala mundial:

- *Mammillaria albiflora* (Werdermann, Blackeberg, Blätt et Kakteenk; 1937)
- *Mammillaria marcosii* (Fitz, Fitz et Glass, Cact. Succ. J. Amer 2 1997)
- *Strombocactus disciformis ssp esperanzae* (Glass et Arias, Cact. Succ. J. G. B. 1996)
- *Turbinicarpus alonsoi* (Glass et Arias, Kakt u a Sukk 47:2,25,1996)

Se considera que la antigüedad de sus matorrales semidesérticos es de aproximadamente 30 millones de años, y a grandes rasgos, su vegetación varía del matorral semidesértico a Bosques de Pinos, Encinos, Madroños, Sabinos, Nogales y Enebros, así como Bosques Húmedos y dos tipos de Selvas Subtropicales, (Media y Baja), donde existen más de 2000 especies de plantas.

Los tipos de vegetaciones presentes en la Sierra Gorda son:

- Bosque Tropical Caducifolio (burseras, cicadáceas, árboles frutales, ocotillo y pitallos)
- Bosque de Coníferas (pinos, pingüicas, madroños, y enebros)
- Bosque de Encinos (encinos y enebros)
- Matorral Xerófilo (agaves, cactáceas, sangregado, mezquites, yucas, sotol y casahuates)
- Bosque de Galería (nogales, álamos y sabinos)

En el plano geológico y orográfico, la Sierra Gorda está constituida principalmente por rocas ígneas del Cenozoico y sedimentarias marinas del Mesozoico, las primeras se localizan principalmente en los Municipios de Victoria y San Luis de la Paz, así como la parte sur y sureste de Xichú. Las segundas son el resultado de plegamientos que las elevaron desde el lecho marino en los episodios orgánicos (de formación de montañas) llamados “Orogenia Laramide”.

Cabe destacar que la presencia de estas rocas calizas determina que en algunas zonas de los Municipios de San Luis de la Paz, Atarjea y Xichú se den abundantes Sistemas Cavernarios y Pozos Naturales o ‘Sotanos’ (Dolinas) que son impresionantes mogotes kársticos, sumamente importantes para la recarga de los mantos acuíferos, así como de caprichosas formaciones rocosas abundantes en la Sierra Gorda, y de la presencia de Sierras de laderas abruptas con una secuencia estratigráfica de rocas de alta permeabilidad y drenajes principalmente endorreicos y subterráneos, ayudados por las laderas de pronunciadas pendientes.

Las elevaciones de la Sierra Gorda varían de los 500 msnm en el cauce inferior del Río Santa María a los 2,800 msnm en la cima de la comunidad de la Joya Fría en el Municipio de Victoria.

En el plano hidrológico, la Sierra Gorda es cruzada por 5 ríos: El Manzanares, el Xichú, el Extoras, el Santa María y el Ayutla. Dichos ríos constituyen los Corredores Biológicos, verdaderas ‘Superautopistas’ de la Biodiversidad, que permiten que animales propios de climas tropicales hayan colonizado el centro del continente, (paralelamente a la formación de dichos ríos y sus respectivas barrancas tropicales y a través de miles de años de Historia Natural) Así mismo, innumerables arroyos de régimen torrencial bañan la totalidad del área y constituyen el sustento de los diferentes ecosistemas y microecosistemas. Facilitando la dispersión de las especies vegetales y animales.

La Sierra Gorda de Guanajuato fue declarada por el Gobierno Federal como Área Natural Protegida en la categoría de Reserva de la Biosfera. Abarca parte de los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú y comprende una superficie total de 236,882.76 hectáreas.

Esta Área Natural Protegida constituye una importante zona de recarga de los mantos acuíferos y corrientes de agua superficiales como los ríos Santa María y Extoraz. Iberga diversos ecosistemas de bosques templados y tropicales, matorrales con especies en norma como el sotol (*Dasyllirion acrotriche*) considerada como amenazada y endémica, y las biznagas *Equinocactus platyacanthus* y *Ferocactus histrix*, sujetas a protección especial; y especies de fauna, entre las que destacan más de 180 de aves y 42 de mamíferos, entre éstas el puma *Puma concolor* y el jabalí de collar *Pecari tajacu*.

La morfología del paisaje es de gran diversidad y se caracteriza por la abundancia de dolinas hacia Xichú y Atarjea (conocidas localmente como sótanos), mogotes kársticos, así como sierras de laderas abruptas y pendientes pronunciadas, su altitud varía desde los 900 hasta los 2,600 metros sobre el nivel del mar.

Presenta amplias zonas con problemas de deforestación y erosión severa, además de que la mayoría de las 282 comunidades rurales que ahí habitan viven en condiciones de pobreza o pobreza extrema, por lo que las acciones de manejo deben enfocarse a la conservación y restauración de la vegetación y el suelo, así como al desarrollo integral de las comunidades locales.

## **Clima**

En la entidad se distinguen tres tipos de Climas: semiseco, templado y semicalido.

### *Clima Semiseco (Bs)*

Se le denomina también seco estepario y se caracteriza por que en él la evaporación excede a la precipitación; está asociado principalmente a comunidades vegetativas de tipo matorral desértico y crasicaule (nopalera, cardonal, etc)

Se localiza al norte y al este del estado, ocupando un 40% de la superficie, y se presenta con diferentes variantes:

### *Clima semiseco templado*

Los municipios de San Felipe, San Diego de la Unión, San Luis de la Paz, parte de Dolores Hidalgo y San José de Iturbide presentan este tipo de clima.

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 400 y los 500 mm, y la temperatura media anual entre los 16 y los 18°C.

Los meses de máxima incidencia de lluvia son: junio, con rangos de 70 y 80 mm, y septiembre, también con rangos de 70 y 80 mm. Los meses de mínima precipitación son enero y diciembre, los cuales registran un rango menor a 10 mm.

Las máximas temperaturas se registran en los meses de mayo y junio con un mismo rango que va de 18 a 19°C y la mínima temperatura se presenta en el mes de enero con un índice de 11 a 12°C.

### *Clima Semicalido A (C)*

Clima semicalido subhúmedo (mayor precipitación invernal)

Con bajo grado de humedad y precipitación invernal entre 5 y 102 mm, se encuentra ubicado en el extremo noroeste en una parte del municipio de Xichú.

La precipitación media anual es de más de 700 mm y la temperatura media anual mayor a 20°C.

La mayor incidencia de lluvias se registra en los meses de junio y septiembre, ambos con un mismo rango que fluctúa entre los 160 a 170 mm. El mes más seco es diciembre con una precipitación que va de los 10 a los 20 mm.

La máxima temperatura corresponde a mayo que varía entre 24 y 25°C. La mínima se presenta en enero con un índice de 14 a 15°C.

#### *Heladas y Granizadas*

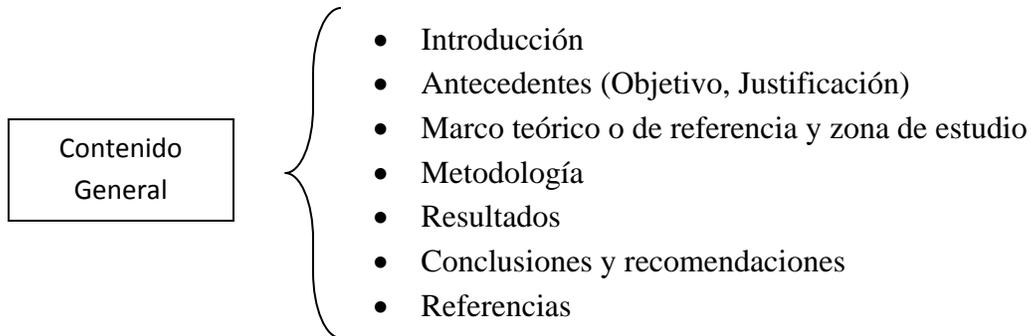
En los climas semisecos (Bs) la frecuencia de Heladas es de 10 a 50 días al año. En el extremo noroeste, rango es de 10 días durante los meses de noviembre y diciembre.

Para los climas semicalidos A (C) las heladas se reducen a 10 días y en algunas áreas del centro y suroeste el fenómeno es inapreciable.

Los Huracanes que han afectado en la zona se encuentran Inez en 1966, Dolly 1996, Un registro en 1924, Gert en 1993

## Contenido (Índice temático-tentativo)

El contenido general y capítulos tentativos para el trabajo final son los siguientes:



### Capítulos Tentativos

**1.- Introducción, Justificación, Marco Teórico**

**2.- Área de Estudio, Metodología, Estaciones**

**3.- RClindex, Resultados**

**4.- Escenarios, Resultados**

**5.- Conclusiones y Discusiones**

## Calendario

<b>Actividad</b>	<b>Periodo</b>
<b>Noviembre 2011</b>	<i>Entrega al asesor del Primer borrador del anteproyecto</i>
<b>Diciembre 2011</b>	<i>Corrección del primer borrador Entrega corregido</i>
<b>Enero 2012</b>	<i>Redacción del capitulado para el proyecto: Introducción, Antecedentes, Marco teórico y Metodologías</i>
<b>Febrero 2012</b>	<i>Realización de los escenarios y procesamiento de los datos</i>
<b>Marzo 2012</b>	<i>Entrega de los avances</i>
<b>Abril 2012</b>	<i>Redacción de los resultados conclusiones y recomendaciones</i>
<b>Mayo 2012</b>	<i>Realización de los ajuste finales del proyecto y entrega del primer borrador del mismo.</i>
<b>Junio 2012</b>	<i>Entrega al comité tutorial</i>
<b>Julio 2012</b>	<i>Entrega Final con correcciones realizadas</i>

## Referencias

- Aguirre, G. (2010). *Efectos del cambio climático en dos áreas productoras de café (Coffea arabica l.) del estado de Chiapas, México*. Tesis Licenciatura en Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Barros, V. (2004). *El Cambio Climático Global*. Buenos Aires. Libros del Zorzal.
- Burroughs, William James. (2007) *Climate Change, a Multidisciplinary Approach*. Cambridge University Press. UK.
- CCA. (2008). *Guía para la Generación de Escenarios de Cambio Climático a escala Regional*. Conde, A. y Gay, C.(coordinadores). Estrada, F., Fernández, A., López, F., Lozano, M., Magaña, V., Martínez, B., Sánchez, O., Ramírez, J., Zavala, J. y Zermeño, P. (colaboradores). UNAM.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)  
<http://www.conanp.gob.mx>
- Conde, C. (2003). *Cambio y Variabilidad Climática: dos estudios de caso en México*. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra. CCA. UNAM.
- Cuadrat, M. Pita, Fernanda. (1997). *Climatología. Ediciones Cátedra*. Madrid.
- Escenarios de Cambio Climático (2030 y 2050) para México y Centroamérica del CCA. Disponible en:  
[http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=74](http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=74)
- Gay Carlos *et al.* (2003). *Una Visión hacia el Siglo XXI. El Cambio Climático en México*. UNAM. México. Disponible en: <http://ccaunam.atmosfcu.unam.mx/cambio/libro.html>
- Gobierno del Estado de Guanajuato. Las Áreas Naturales Protegidas de Guanajuato como estrategia de mitigación. Disponible en:  
<http://coclima.guanajuato.gob.mx/informacion.php?valor=18>
- Gómez, L. (2007) *Variabilidad Climática y Cambio de uso de suelo en la Sierra Norte de Oaxaca: implicaciones en los escenarios de Cambio Climático*. Tesis Doctorado en la Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Gómez, L. y Galicia, L. (2004). *Variabilidad Climática y los Ecosistemas Terrestres*. En Ciencia y Desarrollo. Vol. 30 No. 179 Noviembre-Diciembre.

- Greenpeace. (2007). *México ante el Cambio Climático, evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Disponible en:  
<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>
- Henderson-Sellers, A. y McGuffie, K. (1990). *Introducción a los Modelos Climáticos*. Ediciones Omega, S.A. España.
- INEGI. (1980) Síntesis Geográfica de Guanajuato. SPP. México.
- Instituto de Geografía. Investigaciones Geográficas. Página Electrónica:  
[http://www.igeograf.unam.mx/web/iggweb/publicaciones/boletin\\_editorial/boletin/bol39\\_99.h](http://www.igeograf.unam.mx/web/iggweb/publicaciones/boletin_editorial/boletin/bol39_99.h)
- Instituto Nacional de Ecología (INE) [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/)
- Instituto Nacional de Ecología (INE) <http://zimbra.ine.gob.mx/escenarios/>
- Llebot, E. (1998). *El Cambio Climático*. Barcelona. Rubes.
- Martínez, J. *Efectos del Cambio Climático en México*. INE. México. Disponible en:  
[http://participacionsocial.sre.gob.mx/docs/incidencia\\_social\\_ambito\\_regional\\_multilateral/agenda\\_internacional/agenda\\_y\\_temas\\_internacionales/cambio\\_climatico/presentaciones/cc\\_julia\\_2.pdf](http://participacionsocial.sre.gob.mx/docs/incidencia_social_ambito_regional_multilateral/agenda_internacional/agenda_y_temas_internacionales/cambio_climatico/presentaciones/cc_julia_2.pdf)
- Mendoza, C. (2011). *Acciones de Adaptación y Vulnerabilidad en el Sector Forestal ante el Cambio Climático en el Estado de México*. Tesis Licenciatura en Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) Disponible En:  
<http://www.lenntech.es/efecto-invernadero/escenarios-ipcc-sres-consecuencias.htm>
- Pittock, A. Barrie (2005) *Climate Change, Turning up the Heat*. Csiro Publishing. Australia.
- Presidencia de la Republica (2007). Diario Oficial, decreto Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato. SEMARNAT.
- Rivera, M. (1999). *El Cambio Climático*. Distrito Federal. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Salazar, A. y Masera, O. (2010). *México ante el Cambio Climático. Resolviendo Necesidades Locales con Impactos Globales*. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, A.C. México.

- Saavedra, E. (2009). *Evaluación de la Precipitación y periodo de Retorno de los Eventos Meteorológicos Extremos en la Región Grijalva-Usumacinta*. Tesis Licenciatura en Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Silva, E. (2008) *Efectos del Cambio y Variabilidad Climática en el cultivo de Soya en el municipio de González, Tamaulipas*. Tesis Licenciatura en Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Vásquez, J. (2010). *Guía para el Cálculo y Uso de Índices de Cambio Climático en México*. INE-SEMARNAT.
- Velasco, E. (2010). *Impactos y Consecuencias en las Actividades Pecuarias a causa del Cambio Climático en el Estado de México*. Tesis Licenciatura en Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Villers, L. y Trejo, I. (2007). *El Cambio Climático y la Vegetación en México*. En: México una visión hacia el siglo XXI. El Cambio Climático en México. Gay, C. (compilador) 2000. INE.