



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

EDITORIAL
**CARA
PARENS**
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

iarna

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Serie educativa 7

Cambio y variabilidad climática

Una guía para autoridades
municipales y líderes comunitarios

Nahualá, Sololá

Guatemala, junio de 2015



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

EDITORIAL
**CARA
PARENS**
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

iarna

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Cambio y variabilidad climática

Una guía para autoridades
municipales y líderes comunitarios

Serie educativa 7

Nahualá, Sololá

Guatemala, junio de 2015

363.73874
L864c

López-Selva, María Mercedes

Cambio y variabilidad climática: una guía para autoridades municipales y líderes comunitarios: Nahualá, Sololá / María Mercedes López-Selva; Coordinador general, Juventino Gálvez. Guatemala: URL: Editorial Cara Parens, 2015. xii, 28 p., il. -- (Serie Educativa, No. 7) ISBN: 978-9929-54-096-5

1. Cambios climáticos
 2. Administración de riesgos
 3. Funcionarios y empleados municipales - Guías
 4. Nahualá – Sololá– Guatemala – Aspectos ambientales
 5. Educación ambiental
 6. Efecto invernadero
- I Gálvez, Juventino. Coord. Gral.
II Universidad Rafael Landívar. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). ed.
III Editorial Cara Parens

Cambio y variabilidad climática

Una guía para autoridades municipales y líderes comunitarios
Nahualá, Sololá

Edición, 2015

IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar)

Editorial *Cara Parens* de la Universidad Rafael Landívar

D.R. ©

Se permite la reproducción total o parcial de este documento para fines educativos o sin fines de lucro, siempre que no se alteren los contenidos ni los créditos de la autoría sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, bajo la condición de que se identifique la fuente de la que proviene.

Editorial *Cara Parens*

Dirección editorial:

Karen De la Vega de Arriaga

Coordinadora editorial:

Dalila Gonzalez Flores

Coordinador de diseño gráfico:

Pedro Luis Alvizurez Molina

Coordinadora administrativa financiera:

Liceth Rodriguez Ruíz

Diseño y diagramación final:

Andrea Díaz Celada

Edición y corrección:

Angel Mazariegos Rivas

IARNA

Coordinación general:

Juventino Gálvez

Autora:

María Mercedes López-Selva

Mapas:

Alejandro Gándara

Ilustraciones:

Edgar Arana

Revisión:

Raquel Sigüenza/Wetlands International

Pablo Suárez/Red Cross/Red Crescent Climate Centre

Edición:

Cecilia Cleaves /IARNA-URL

Disponible en: Universidad Rafael Landívar
Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA)

Campus Central, Vista Hermosa III, zona 16

Edificio Q, oficina 101

Ciudad de Guatemala, Guatemala

Tels.: (502) 2426-2559 ó 2426-2626 ext. 2657

Fax: extensión 2649

Correo electrónico: iarna@url.edu.gt

<http://www.url.edu.gt/iarna>

<http://www.infoiarna.org.gt>



[/iarna.url](https://www.facebook.com/iarna.url)



[@iarna_url](https://twitter.com/iarna_url)



ALIANZA POR LA RESILIENCIA



Cruz Roja Guatemala



La impresión de esta publicación fue financiada por Wetlands International dentro del marco de la Alianza por la Resiliencia (Partners for Resilience-PfR en inglés), la cual es apoyada financieramente por el Ministerio de Asuntos Exteriores del Reino de los Países Bajos en su esquema de cofinanciamiento (MFS II).

Sitio web: www.partnersforresilience.nl

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Rector: P. Eduardo Valdés Barría, S. J.

Vicerrectora académica: Dra. Lucrecia Méndez de Penedo

Vicerrector de Investigación y Proyección: Dr. Carlos Rafael Cabarrús Pellecer, S. J.

Vicerrector de Integración Universitaria: P. Julio Enrique Moreira Chavarría, S. J.

Vicerrector administrativo: Lcdo. Ariel Rivera Irías

Secretaria general: Lcda. Fabiola Padilla de Lorenzana

AUTORIDADES DEL INSTITUTO DE AGRICULTURA, RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE -IARNA-

**Director del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales
y Ambiente (Iarna):** Mgtr. Juventino Gálvez

Contenido

Presentación	v
Introducción	vii
1. Conceptos básicos acerca del cambio climático	1
2. Impactos y vulnerabilidad	7
3. Escenarios	10
4. Municipio de Nahualá, departamento de Sololá	11
5. Adaptación	12
6. Recomendaciones	17
Glosario	18
Referencias	19
Anexo	21

Presentación

El desarrollo industrial tradicional, a partir de la generación de energía proveniente de la combustión de fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, ha permitido a las sociedades superar dificultades de diversa índole: desde la provisión de insumos, hasta la resolución de problemas relacionados con la salud y el bienestar humano.

Además de los beneficios que ha aportado el desarrollo industrial, también ha provocado cambios importantes en el funcionamiento de los ecosistemas de la Tierra. Una de las mayores amenazas es el cambio climático inducido por las personas, que surge a partir de la emisión excesiva de gases de efecto invernadero a la atmósfera, provocando un abrupto aumento en la temperatura global.

En los países en vías de desarrollo, en franca desventaja dentro de un contexto geo-político, la forma de afrontar las implicaciones del cambio climático está ligada, por un lado, a la capacidad de generar conocimiento, y por otro, a la capacidad de invertir para procurar la adaptación en todos los ámbitos que conforman la vida en sociedad. Es decir, en los ámbitos económico, sociocultural, ambiental y político-institucional.

Es conocido que en nuestro país existen múltiples, complejos y añejos problemas ambientales que se expanden en muchas localidades. Estos problemas, en definitiva, incrementan la vulnerabilidad de las personas en esos territorios. Pero como si esto no fuera poco, ahora las personas y sus comunidades deben enfrentar los embates adicionales derivados del cambio y la variabilidad climática.

Así, vivimos en constante riesgo, y es aún mayor para espacios rurales o periurbanos que albergan a las personas más desfavorecidas de nuestra sociedad.

El presente documento pretende aportar en la línea de la generación de conocimientos e información para la sociedad, especialmente para el ámbito municipal. En un plano más institucional, también se encuentra en sintonía con el mandato expresado en el artículo 7 del Decreto 7-2013, "Ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del

cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero”, que se refiere a la responsabilidad de las entidades académicas de hacer aportes para mejorar la gestión del riesgo, reducir la vulnerabilidad y contribuir a la adaptación de las diversas comunidades guatemaltecas.

Esta guía está diseñada para ser utilizada por autoridades municipales y líderes comunitarios como un documento de referencia, para apoyar la formulación de planes de adaptación comunitarios, con miras a su implementación exitosa.

Mgtr. Juventino Gálvez

Director

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente

Universidad Rafael Landívar

Introducción

El cambio y la variabilidad del clima es una realidad, y se ha instalado en nuestro país y sus variados territorios. No se trata de un fenómeno que pueda llegar a afectarnos en el futuro, sino de nuevas condiciones a las que tenemos que estar preparados para enfrentar ahora, durante este año y el resto de años por venir. Tampoco se trata de un tema que atañe solo a científicos o políticos, por el contrario, todos los sectores de la sociedad guatemalteca tienen que conocerlo, sobre todo a nivel local, que es donde se manifiestan las consecuencias de estos cambios. Deben hacerse las adecuaciones necesarias a las formas de hacer las cosas, para adaptarnos con el menor impacto negativo posible.

Diversos informes técnico-científicos internacionales y nacionales concuerdan en que Guatemala está dentro de los países más vulnerables y, por lo tanto, con mayor riesgo frente a los impactos de la variabilidad y el cambio climático. Algunas de las características que sitúan a nuestro país en esta peligrosa categoría son:

a) Rasgos geográficos

Tales como: la ubicación entre dos costas marinas; la presencia de una cadena de 33 volcanes que atraviesa el país; la definición de tres vertientes: la del Pacífico, la del Atlántico y la del golfo de México, dentro de las cuales drenan 38 ríos caudalosos; su notable terreno quebrado de planicies divididas por montañas y profundos barrancos.

b) Rasgos sociales

Como la pobreza, que alcanza al 53% de sus habitantes, de los cuales cerca de la mitad vive en áreas rurales en donde se carece de los servicios más esenciales de salud, infraestructura, agua potable y electricidad.

c) Rasgos relacionados con el estado y manejo de los recursos naturales

Donde resalta el acentuado cambio de uso del suelo. En un país en donde los suelos son principalmente de vocación forestal, los guatemaltecos eliminamos diariamente 356 hectáreas de bosque –o visto de otra forma, 144 campos de

fútbol– que se convierten en campos agrícolas, pecuarios, zonas urbanas y otros usos. Otro de los bienes naturales que carece de manejo es el agua. A pesar de ser abundante en nuestro país, muchos hogares no la reciben a través de un sistema de distribución adecuado. Los niveles de contaminación debido a desechos sólidos y aguas negras son altos y afectan prácticamente a todos los cuerpos de agua del país.

d) Rasgos relacionados con las instituciones

Tales como la ausencia, la asignación de presupuestos insuficientes, y la falta de visiones estratégicas que incluso impulsan incentivos perversos.

Algunas de las modificaciones en los patrones del clima que observamos –veranos más largos y con temperaturas más altas, así como temporadas de lluvias más intensas–, son resultado del cambio y la variabilidad climática que se produce por el incremento en la liberación de gases con efecto invernadero a la atmósfera, provenientes de prácticas industriales tradicionales, el cambio de uso de los suelos (tala de bosques) y uso de combustibles fósiles para el transporte (gasolina y diésel).

Una de nuestras obligaciones inmediatas como guatemaltecos ante la realidad del cambio y la variabilidad del clima, es informarnos de la mejor manera posible para poder responder a las siguientes preguntas: ¿qué lo causa?, ¿qué se puede esperar de estos cambios? Y, ¿qué riesgos corren nuestras comunidades? La información correcta nos ayudará a organizarnos para poder actuar a tiempo y evitar pérdidas humanas y de cultivos, así como mayor empobrecimiento y deterioro de nuestro entorno natural.

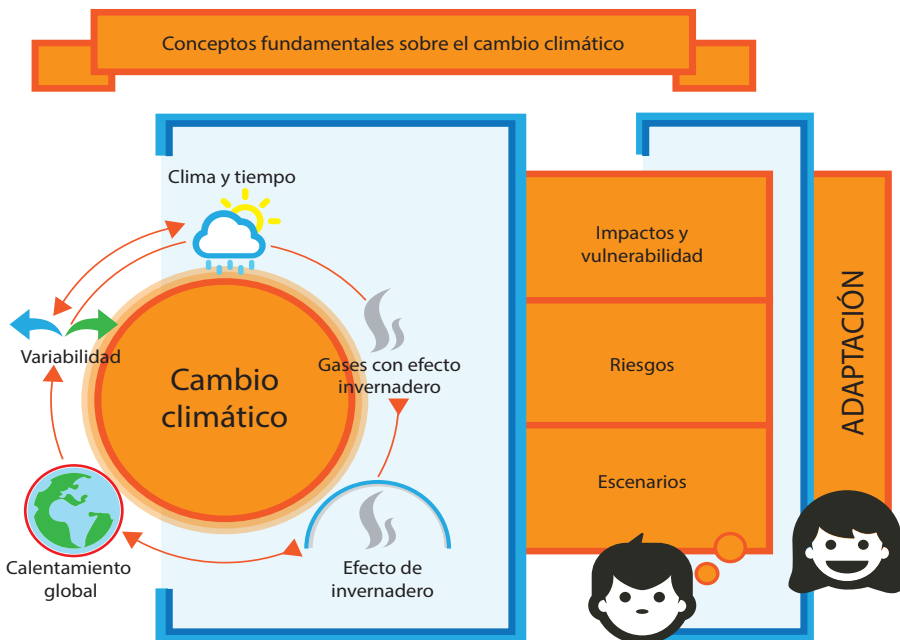
Un adecuado conocimiento que brinde soporte a una apropiada planificación de las acciones en el terreno para afrontar los riesgos asociados al cambio climático, nos ayudará a evitar desastres, y nos permitirá ir en dirección de un desarrollo más ordenado. Hacia un progreso que tome en cuenta a áreas urbanas y rurales, que incluya a personas de todas las culturas y estratos sociales, y que contenga elementos que permitan el manejo sostenible de los bienes naturales para beneficio de la población guatemalteca presente y futura.

1.

Conceptos básicos acerca del cambio climático

El **cambio climático** se refiere a un fenómeno cuya comprensión requiere del conocimiento de varios conceptos relacionados. La figura 1 muestra el orden en el cual este documento aborda los temas centrales que necesitamos comprender para incrementar las posibilidades de adaptación a este fenómeno.

Figura 1.
Conceptos fundamentales sobre el cambio climático



Fuente: elaboración propia con base en el Instituto Global para la Sostenibilidad (2014).

1.1. ¿Qué son el tiempo y el clima?

El clima lo componen todas las características atmosféricas en un espacio y en un período de tiempo dados: temperatura, precipitación o lluvia, viento, nubosidad, humedad y presión atmosférica, entre otras.

Es importante hacer la diferencia entre tiempo y clima. El **tiempo** se refiere a las características atmosféricas en un período de uno o dos días; mientras que el **clima** se refiere al promedio de características que prevalecen en un sitio por períodos largos de tiempo, por lo general de treinta años.

El clima es el factor que determina muchas de las actividades humanas, incluyendo la siembra y la cosecha de cultivos, así como el tipo de infraestructura que construimos. También influye directamente sobre las decisiones para establecer ciclos de trabajo y descanso alrededor del mundo.

En Guatemala observamos tres temporadas que se marcan tangiblemente:

- Temporada de lluvias, que tradicionalmente inicia a mediados de mayo.
- Temporada cálida o de ondas de calor.
- Temporada fría o de “nortes” (IARNA-URL y IIA, 2004).

1.2. ¿Qué es el efecto invernadero?

El **efecto invernadero** ha existido desde siempre, y es por este impacto que mantenemos las condiciones necesarias para la vida.

La Tierra recibe las radiaciones (conocidas como de onda corta) que provienen del Sol, algunas de las cuales atraviesan la atmósfera y calientan el suelo y el agua. La Tierra a su vez emite radiaciones (conocidas como de onda larga) que atraviesan la atmósfera y van de regreso hacia el espacio. Sin embargo, los gases de efecto invernadero retienen estas radiaciones de onda larga y no las dejan escapar hacia el espacio. Las radiaciones atrapadas provocan un aumento en la temperatura de la Tierra. A esta retención de radiaciones se le conoce como efecto invernadero (figura 2) porque es similar a lo que sucede en los invernaderos que se usan para el crecimiento controlado de plantas, a partir del calor que se conserva dentro de un espacio cerrado.

Las actividades humanas relacionadas con los procesos de producción, transporte y consumo de la vida moderna, generan gran cantidad de gases con efecto

invernadero, aumentando la retención de calor en la atmósfera, provocando el calentamiento global y el consecuente cambio en el clima.

Figura 2.
El efecto invernadero



Crédito: Edgar Arana.

1.3. ¿Qué son los gases con efecto invernadero?

Los **gases con efecto invernadero** son componentes gaseosos de la atmósfera, que retienen y reemiten las radiaciones de onda larga (las que refleja la Tierra y van de regreso hacia el espacio).

El nitrógeno y el oxígeno son los principales gases que constituyen la atmósfera, en un 78% y 21%, respectivamente. Existen otros gases como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el vapor de agua (H_2O) que están en menor concentración en la atmósfera y que actúan naturalmente como un invernadero, atrapando el calor proveniente del Sol y no dejándolo escapar tan fácilmente.

Los gases con efecto invernadero tienen dos orígenes: cuando su origen es natural y se forman a partir de procesos naturales, como el ciclo del agua y el del nitrógeno, se mantienen en equilibrio; cuando su origen es antropogénico y se forman a partir de actividades humanas, alteran el equilibrio.

El gas con efecto invernadero que se genera en mayores cantidades a partir de las actividades humanas es el dióxido de carbono (CO_2), y ha sido ampliamente estudiado. Su concentración se ha medido desde 1958. Los niveles atmosféricos de concentración de CO_2 pueden rastrearse a cientos de miles de años en el pasado analizando las burbujas de aire atrapadas en el hielo. La concentración del CO_2 a finales del 2011 fue la más alta de los pasados 800,000 años.

El gas metano (CH_4) no se genera en las cantidades en que se produce el CO_2 , pero su contribución al efecto invernadero es veinte veces superior a este.

Por último, hay dos gases: el óxido nitroso (N_2O) y los clorofluorocarbonos (CFC), que se emiten en cantidades considerablemente menores a las del CO_2 , pero cuya capacidad para provocar el efecto invernadero es superior (310 veces y 7 100 veces, respectivamente) en comparación con la del CO_2 .

1.4. ¿Qué actividades humanas son las que generan mayor cantidad de gases con efecto invernadero?

Los gases con efecto invernadero son producidos por las actividades que utilizan combustibles fósiles, algunas formas de agricultura y ganadería, y el cambio de uso del suelo, es decir, la tala de bosques para dar paso a usos no forestales (figura 3).

Todos los procesos industriales que utilizan carbón, y petróleo o gas, emiten dióxido de carbono como producto de la combustión. Esto mismo sucede con la combustión de gasolina de los automóviles, buses y otros medios de transporte usados comúnmente por la sociedad.

Otras actividades humanas que contribuyen a la emisión de gases con efecto invernadero son: la utilización de fertilizantes en la agricultura que generan óxido nitroso (N_2O); el cultivo de arroz y la digestión de los rumiantes que liberan metano (CH_4), y el uso de aire acondicionado y gases refrigerantes.

El cambio de uso del suelo, de forestal a otros usos, merece consideraciones especiales porque los bosques funcionan como sumideros de carbono; es decir, capturan CO_2 . Al talar un bosque no solo estamos liberando CO_2 retenido (cuando la madera se incinera o se descompone), sino que reducimos nuestra capacidad de fijar nuevas emisiones.

En Guatemala, son los hogares (por el consumo de leña y el transporte) y el sector de generación, captación y distribución de energía eléctrica, las fuentes más grandes de liberación de CO_2 .

Figura 3.
Actividades y prácticas que generan gases con efecto invernadero



Crédito: Edgar Arana.

1.5. ¿Qué es el calentamiento global?

El **calentamiento global** se refiere al incremento de la temperatura media del planeta. Se deriva del aumento de la concentración de gases con efecto invernadero en la atmósfera.

Los seres humanos han realizado mediciones de la temperatura desde mediados de los años 1800, que muestran que la temperatura ha ido en aumento y que sigue incrementándose a un ritmo más acelerado de lo normal. Este crecimiento pareciera no ser muy importante, pero tiene implicaciones muy grandes sobre los procesos que afectan a ecosistemas y, por lo consecuente, a humanos. Los científicos que hacen predicciones sobre el impacto del cambio climático opinan que un aumento de solo 2 °C puede crear condiciones peligrosas para la civilización humana y para la vida en general.

El aumento de la temperatura del planeta Tierra, como resultado de la emisión de gases con efecto invernadero de origen antropogénico, se hace evidente desde los últimos cincuenta años. La década de los noventa mostró temperaturas más elevadas del promedio usual y 1998 fue el año más caluroso del siglo; pero los récords de temperatura de ese año se superaron en el 2001, que a su vez fueron superados en el 2006.

Existe una relación directa entre el aumento de la temperatura y el incremento de gases con efecto invernadero en la atmósfera; dicho de otra forma, entre más gases con efecto invernadero producimos los humanos, mayor es la temperatura ambiental global.

1.6. ¿Qué es el cambio climático y la variabilidad?

El **cambio climático** se refiere a la modificación del clima atribuida a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima.

La **variabilidad** del clima se refiere a las variaciones en las condiciones climáticas medias, que pueden suceder en cualquier momento y en cualquier parte del planeta.

El aumento de las temperaturas alrededor del mundo ha modificado los patrones climáticos de la Tierra. Los cambios que observamos a medida que el planeta se calienta incluyen cambios estacionales y regionales de temperatura y precipitación, así como el aumento de eventos climáticos extremos como tormentas y sequías (figura 4). Este mismo aumento de temperatura ha provocado una reducción mundial del hielo glacial, la disminución de la cobertura de nieve en muchas regiones del hemisferio norte, el aumento de la temperatura de los océanos y el crecimiento de los niveles del mar.

Algunos de los cambios que acompañan al aumento de temperaturas y que se comprueban mediante mediciones que se han llevado a cabo para evidenciar el cambio climático son: el aumento en el nivel del mar, que ha crecido a un promedio de 1.8 mm/año desde 1963 hasta 2007; el incremento de la actividad de ciclones en el océano Atlántico y el mar Caribe, y el aumento de temperatura en al menos 0.85 °C desde 1880 hasta 2012, entre otros.

El clima se ha modificado, y la característica que más se hace evidente es su variabilidad, es decir que el clima cambia con mayor frecuencia y es más intenso, lo cual interrumpe su estabilidad. Esto genera picos de ocurrencia de fenómenos extremos como inviernos con lluvias mucho más intensas que las usuales y por períodos más largos, seguidas de sequías extensas y más extremas.

Figura 4.
Incremento de la vulnerabilidad frente a tormentas tropicales debido a la desaparición de manglares



Crédito: Edgar Arana.

2. Impactos y vulnerabilidad

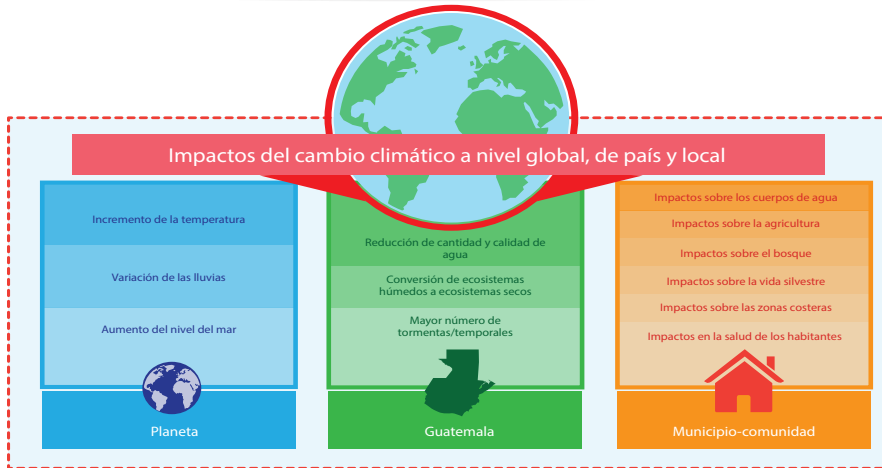
2.1. ¿Qué son y cuáles son los impactos que ocasiona el cambio climático?

Los impactos climáticos son las consecuencias del cambio climático en sistemas naturales o sociales, ante los cuales es necesario el diseño de un conjunto de respuestas que conduzcan hacia la adaptación a las nuevas condiciones climáticas y, con ello, reducir daños o aprovechar los beneficios.

Los impactos que podemos esperar del cambio climático suceden a varios niveles. La figura 5 nos muestra cuáles son los impactos que podemos esperar del cambio desde el nivel global (planeta) hasta el nivel más local (comunidades).

A nivel local, es decir, de los municipios y comunidades, los impactos de mayor probabilidad de ocurrencia se detallan en la figura 6.

Figura 5.
Impactos del cambio climático a nivel global, de país y local



Fuente: elaboración propia.

Figura 6.
Impactos del cambio climático a nivel local



Fuente: elaboración propia.

2.2. ¿Qué es la vulnerabilidad?

La **vulnerabilidad** se refiere a un estado de fragilidad y, en este caso, se relaciona con los elementos o sistemas que son sensibles al clima, por ejemplo: la producción de alimentos, la infraestructura, la salud, los recursos hídricos, los sistemas costeros y los ecosistemas en general.

La vulnerabilidad es la predisposición a que un evento con suficiente intensidad produzca daño.

Algunos de los factores que aumentan la vulnerabilidad frente a los eventos del clima son los rasgos geográficos de la localidad, como la presencia de ríos, volcanes y barrancos; las condiciones socioeconómicas, como un alto porcentaje de pobreza; y la dependencia de los ecosistemas y los suelos para la producción de alimentos.

Aunque la vulnerabilidad de un lugar sea muy alta, es posible reducir el riesgo de ocurrencia de fenómenos desastrosos si se hace un adecuado manejo del paisaje y si la comunidad tiene un plan que la ayude a enfrentar situaciones de riesgo.

2.3. ¿Qué es el riesgo?

El **riesgo** es la probabilidad de que, en un período determinado de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad, o a una sociedad debido a fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables. Surge a partir de una amenaza y la vulnerabilidad existente.

Una amenaza puede ser un evento climático extremo que puede ocasionar daños. Por ejemplo, la ocurrencia de un invierno en donde la cantidad de agua llovida disminuye y la intensidad de las lluvias aumenta (pocos días de lluvia, pero cuando llueve, son aguaceros). Si el área bajo amenaza es un lugar montañoso, en donde se ha talado el bosque de la montaña y se ha reemplazado por cultivos limpios, la vulnerabilidad es mayor de lo que sería si la ladera de la montaña estuviera cubierta por bosque.

Uno de los enfoques relacionados con el cambio climático se vincula a la gestión del riesgo, lo cual requiere el conocimiento y la gestión, tanto de la amenaza como de la vulnerabilidad. Cuando la amenaza se vuelve una realidad y la vulnerabilidad es alta, ocurre un desastre.

Si hacemos esfuerzos por reducir la vulnerabilidad, disminuimos el riesgo, y entonces evitamos los desastres y mantenemos a nuestras comunidades a salvo. A las acciones coordinadas y enfocadas a reducir la vulnerabilidad y a conocer y manejar las amenazas, se les llama **gestión del riesgo**.

3. Escenarios

Debido a que el cambio climático implica retos para las comunidades, es necesario prever la magnitud de la modificación para prepararse adecuadamente. Una de las formas en que se prevén los cambios específicos es a través de la construcción de escenarios.

Un **escenario** es la representación aproximada de condiciones que posiblemente se presentarán en el futuro. En nuestro caso se refiere a las variaciones posibles que ocurrirán en un área. Se hace con base en un conjunto de relaciones entre variables y elementos del ambiente (atmósfera, suelo, vegetación, agua). Los escenarios dan una idea sobre lo que podría suceder con estos elementos, y lo que sería aconsejable tomar en cuenta con suficiente anticipación en los procesos de planificación estratégica en nuestras localidades, con miras a alcanzar una oportuna adaptación.

Los escenarios que se presentan a continuación fueron elaborados por el IARNA/URL. Un análisis a profundidad de los mismos se detalla en el documento *Cambio climático y biodiversidad* (2011), y se encuentra disponible en línea en: www.infoiarna.org.gt

El modelo seleccionado para hacer los escenarios de Guatemala es el HCCPR-HADCM3, el cual analiza la circulación atmosférica global y fue elegido entre los modelos disponibles por permitir hacer modelaciones de varias décadas, desde 2020 hasta 2090; también se pueden hacer comparaciones entre otros estudios realizados y se considera uno de los mejores modelos para utilizarse con el clima de la región mesoamericana.

Los escenarios que han sido elaborados para Guatemala son el Escenario A2 y el B2, que se diferencian entre sí por los supuestos que se asumen para cada uno:

Variables de los supuestos	Escenario A2	Escenario B2
Población	Alta	Media
Desarrollo tecnológico y económico	Bajo	Medio

Para propósitos de esta guía se utiliza el escenario A2, en donde se asume que para los años 2020, 2050 y 2080, Guatemala presentará un alto crecimiento de la población, y el desarrollo tecnológico y económico en el país seguirán siendo bajos (en comparación con otros territorios).

Escenario A2

Este escenario se construyó a partir del mapa actual de zonas de vida de Guatemala, utilizando el modelo HCCPR-HADCM3 del Centro Hadley de Inglaterra y datos de WorldClim. La plataforma presenta los datos necesarios para modelar las variables climáticas de precipitación y temperatura. Los supuestos del modelo incluyen una alta población y un bajo desarrollo tecnológico y económico.

El resultado establece los cambios probables de distribución de las zonas de vida (provincias de humedad), en el futuro a corto (2020), mediano (2050) y largo plazo (2080).

4. Municipio de Nahualá, departamento de Sololá

El mapa de zonas de vida del municipio de Nahualá, departamento de Sololá, del año 2000, muestra que el municipio¹ se caracteriza por presentar un 61% de su territorio como **provincia muy húmeda** y el restante 39% como **provincia húmeda**. Las **provincias húmeda y muy húmeda** presentan ecosistemas excedentarios en agua, es decir, que reciben más agua de la que consumen.

¹ Ver el contexto socioecológico del municipio en el anexo.

El escenario para el corto plazo (2020) nos muestra que los porcentajes de las provincias podrían invertirse. Se espera que el 40% del territorio sea **provincia muy húmeda** y 60% la **provincia húmeda**.

El escenario para el mediano plazo (2050) muestra que el territorio podría seguir convirtiéndose en una provincia húmeda (70%), reduciéndose la provincia **muy húmeda** (30%).

Finalmente, la proyección para el largo plazo (2080) indica que en el municipio de Nahualá podría aparecer la provincia seca (27%), lo que significaría, a su vez, la reducción de la **provincia húmeda** a 54% y la **muy húmeda** a 19%.

La **provincia seca** se caracteriza por consumir toda el agua de lluvia que recibe y, por lo tanto, no ofrece agua excedentaria (ver escenarios en mapa 1).

5. Adaptación

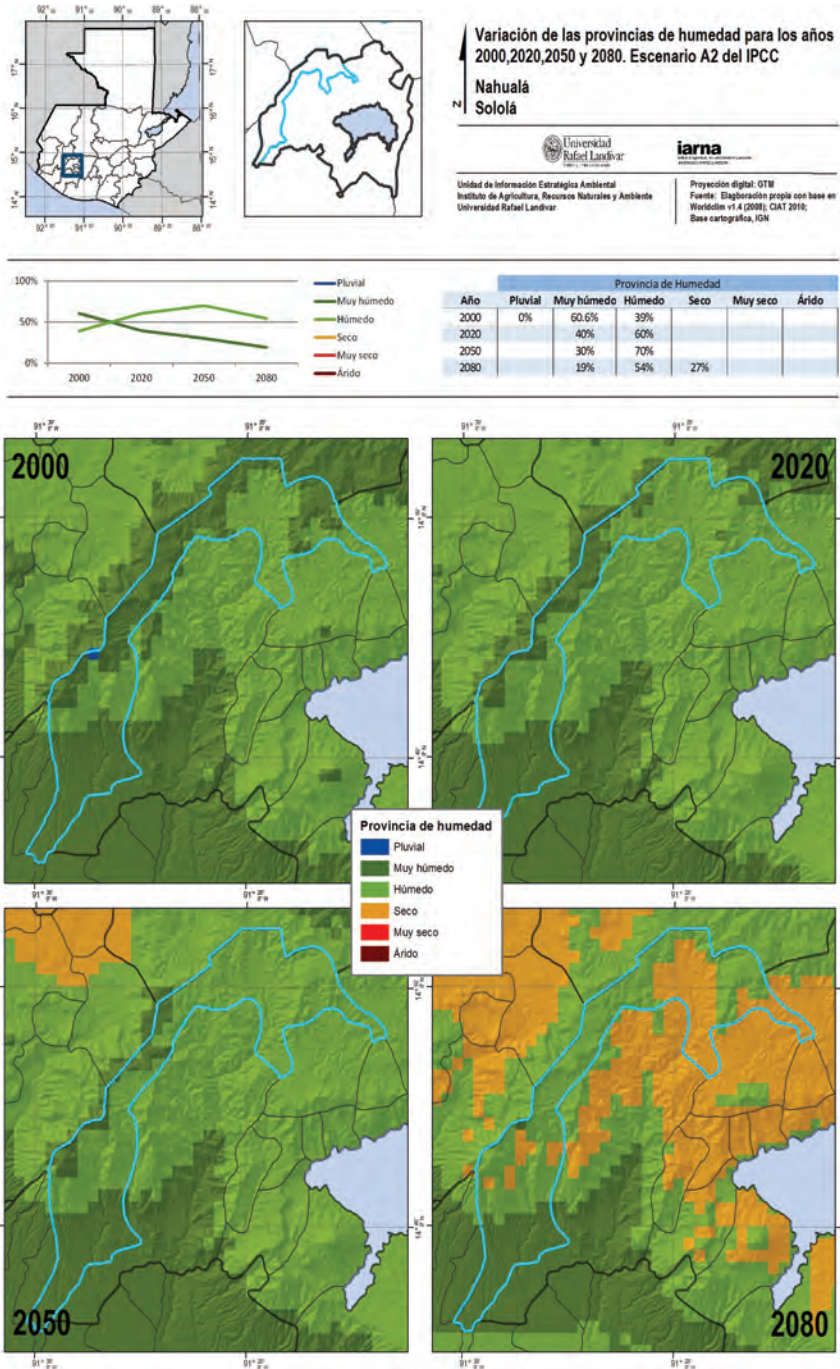
5.1. ¿Qué es la adaptación?

Es un ajuste natural o de sistemas humanos que sucede como respuesta ante los efectos del cambio climático. Se logra concordando los sistemas humanos y naturales a estímulos climáticos proyectados o reales, para reducir los daños y aprovechar los beneficios.

La adaptación de los sistemas naturales es muy complicada debido a que son sensibles a grandes aumentos de temperatura, como los que se tienen proyectados; y para que sucedan adaptaciones a este nivel, se requiere de períodos de tiempo muy largos.

Mapa 1.

Variación de las provincias de humedad para los años 2000, 2020, 2050 y 2080. Nahualá, Sololá



Fuente: elaboración propia.

La adaptación de los sistemas socioeconómicos es mucho más fácil de lograr, pues se hace a través de cambios en los tipos y prácticas de cultivo, modificaciones en los usos del suelo y protección de áreas críticas, como bosques de laderas o en riberas.

La adaptación puede ocurrir a nivel individual o a nivel sistémico (que incluya a todo el sistema). Como líderes de nuestros municipios y comunidades, nos interesa que la adaptación ocurra a nivel sistémico, es decir, que todos los sectores de nuestro municipio o comunidad reciban los beneficios de dicha adaptación.

Algunos ejemplos de adaptación se muestran en la figura 7.

Figura 7.
Ejemplos de adaptación al cambio climático



Fuente: elaboración propia.

5.2. ¿Cómo se logra la adaptación?

La adaptación es un proceso constante del que participan todos los sectores de un municipio o comunidad (figura 8). Requiere del trabajo conjunto para establecer objetivos y metas que se inspiren en una visión y misión compartida entre las

partes, y de esfuerzo continuo para hacer las modificaciones que son necesarias para afrontar los impactos esperados.

La primera etapa de la adaptación incluye:

1. La formación de capacidades de líderes de municipios y comunidades para que comprendan el significado del cambio climático y puedan formar a más personas.
2. El desarrollo de un plan de adaptación escrito.

La formación de capacidades de líderes inicia con la lectura y comprensión de este y otros documentos y materiales relacionados con el cambio climático, y continúa a lo largo del desarrollo y ejecución del plan, a medida que se acumula experiencia sobre el tema y se actúa sobre el mismo.

El plan de adaptación puede hacerse a todo nivel de organización social, es decir, a nivel de comunidad, de municipio, de departamento, de país y, finalmente, de región.

Figura 8.
Ejemplos de adaptación al cambio climático



Crédito: Edgar Arana.

5.3. ¿Cómo se hace un plan de adaptación?

Para hacer un plan de adaptación debe iniciarse por formar un **equipo de trabajo**, de preferencia, conformado por representantes de varios sectores (Gobierno, organizaciones no gubernamentales, academia, sociedad civil, etc.,

que representen al sector agrícola, al sector industrial, al sector pesquero y al sector comercio). El equipo de trabajo debe determinar con qué capacidades de organización cuentan y la medida en la que requieren de ayuda externa (figura 9).

El siguiente paso es hacer una **lista de los actores** que el grupo considera que deben estar involucrados y la participación que tendrán.

El **diagnóstico de la situación actual** es el segundo producto generado por el grupo. Este es una recopilación del estado en el que se encuentra el área con respecto al capital natural, al capital humano, al capital financiero y al capital físico o de infraestructura.

El grupo establece los **objetivos** que quiere alcanzar, teniendo en cuenta el diagnóstico y los escenarios del área. Estos objetivos son la base para diseñar el plan de adaptación. El siguiente paso consiste en identificar y evaluar las alternativas que existen para alcanzar los objetivos (**actividades**), identificar a los responsables de llevarlas a cabo (**responsables**), determinar los costos que tendrán dichas actividades (**presupuesto**) e identificar las probables **fuentes de financiamiento** disponibles.

El plan final será el que guíe todo el proceso de adaptación, y se irá ajustando y modificando de acuerdo a las necesidades y cambios que surjan en el camino.

Figura 9.
Trabajo en equipo para elaborar el plan de adaptación



Crédito: Edgar Arana.

6. Recomendaciones

Esta guía está elaborada para ser utilizada como un insumo en la planificación municipal o comunitaria, para procurar gradualmente la adaptación necesaria a los cambios locales que se originarán como consecuencia del cambio climático. Para que su propósito se alcance, se hacen las siguientes recomendaciones a los líderes comunitarios y/o autoridades municipales que estén al frente de los procesos de planificación:

- a) Para hacer una planificación adecuada es indispensable que los involucrados comprendan el significado de los términos relacionados con el cambio climático y su adaptación; por lo tanto, se recomienda que antes de iniciar el proceso de planificación, se distribuya este documento a las personas que serán parte, y puedan hacer una lectura previa a las reuniones de planificación.
- b) Antes de que inicie la planificación, se recomienda hacer por lo menos dos sesiones en donde un instructor/educador explique los conceptos contenidos en esta guía, utilizando varios métodos educativos con el propósito de preparar a los actores.
- c) Los escenarios son predicciones de lo que podría suceder en el territorio y, aunque es probable que los cambios vayan en esa dirección, es posible que no sucedan exactamente de la manera en que se plantean, sobre todo si se toman medidas comunitarias para proteger atributos naturales como fuentes de agua, bosques en las riberas de los ríos y bosques en la parte superior de las cuencas. Estas prácticas de adaptación que se mencionan sí pueden llegar a hacer una diferencia a nivel local, aunque no pueden frenar las consecuencias que se avecinan por el cambio climático global. Se recomienda hacer esta aclaración a los participantes del proceso de planificación.
- d) Finalmente, se recomienda prestar atención al indicador socioecológico municipal que acompaña a esta guía, para que las acciones propuestas en el proceso de planificación puedan también fortalecer aquellos aspectos que requieran refuerzo dentro de este contexto y que promuevan el desarrollo sostenible del municipio.

Glosario

Actor. Persona, grupo u organización involucrados en un proceso.

Adaptación. Ajuste natural o de sistemas humanos que sucede como respuesta ante los efectos del cambio climático.

Calentamiento global. Incremento de la temperatura media del planeta, derivado del aumento de la concentración de los gases con efecto invernadero en la atmósfera.

Cambio climático. Modificación del clima atribuida a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima.

Clima. Promedio de características atmosféricas que prevalecen en un sitio por períodos largos de tiempo, por lo general de treinta años.

Diagnóstico. Análisis que se lleva a cabo para determinar una situación y su tendencia en el tiempo.

Ecosistema. Sistema natural compuesto por organismos vivos y elementos no vivos como el agua y el suelo.

Escenario. Representación aproximada de condiciones que posiblemente se presentarán en un futuro.

Especie. Conjunto de organismos que pueden reproducirse entre sí y producir descendientes fértiles.

Gases con efecto invernadero. Componentes gaseosos de la atmósfera que retienen y reemiten las radiaciones de onda larga (las que refleja la Tierra y van de regreso hacia el espacio).

Plan. Documento que detalla los pasos para realizar una obra.

Riesgo. Probabilidad de que en un período determinado de tiempo se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o a una sociedad, debido a fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables.

Tiempo. Se refiere a las características atmosféricas en un período de uno o dos días.

Vida silvestre. Animales y vegetales que no han sido domesticados por el ser humano.

Vulnerabilidad. Predisposición a que un evento con suficiente intensidad produzca daño.

Referencias

- Bates, B. C. *et al* (Eds.). (2008). *El cambio climático y el agua*. (Documento técnico del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático). Ginebra, Suiza: Secretaría del IPCC.
- Center for Climate and Energy Solutions. (2011). *Climate change 101: science and impacts*. Estados Unidos: Pew Center on Global Climate Change. Recuperado en junio de 2013, de: <http://www.c2es.org/docUploads/climate101-science.pdf>
- _____. (2011). *Climate change 101: Understanding and responding to global climate change*. Estados Unidos: Pew Center on Global Climate Change. Recuperado en junio de 2013, de: <http://www.c2es.org/docUploads/climate101-fullbook.pdf>
- _____. (2007). *Sea level rise: state of the science*. Estados Unidos: Pew Center on Global Climate Change. Recuperado en junio de 2013, de: http://www.c2es.org/docUploads/SLR_fact_sheet_020207.pdf
- _____. (2006). The causes of global climate change. *Scientific Brief 1*. Recuperado en junio de 2013, de: www.c2es.org/science-impacts/basics
- Chiew, F. H. S. (2007). Estimation of rainfall elasticity of stream flow in Australia. *Hydrological Sciences*. J. 51(4), 613–625. Citado en: Z. W. Kundzewicz, *et. al.* (2008): The implications of projected climate change for freshwater resources and their management, *Hydrological Sciences Journal* 53: 1, 3-10
- Gobierno de Guatemala, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y Banco Mundial. (2011). *Evaluación de daños y pérdidas sectoriales ocasionados por la depresión tropical 12E*. Guatemala: Autor. Recuperado en junio de 2013, de: http://www.conred.gob.gt/documentos/secretaria-ejecutiva/CEPAL%20-%20Evaluacion_Danos_y_Perdidas%20-DT12E.pdf
- Iarna-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). (2013). *Manual básico de utilización del índice socioecológico municipal –ISEM–*. Guatemala: Autor.

- _____. (2011). *Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico*. Guatemala: Autor.
- IARNA-URL e IIA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar e Instituto de Incidencia Ambiental). (2004). *Perfil ambiental de Guatemala*. Guatemala: Autor.
- Instituto Global para la Sostenibilidad. (2014). *Elementos técnicos de elaboración de programas estatales de acción ante el cambio climático*. EGADE Business School-Tecnológico de Monterrey. Diplomado en línea: <http://peacc.kaitensoft.com/>.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2011). *Compendio estadístico ambiental 2011*. Guatemala: Autor.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2013). *Cambio climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas*. Suiza: Autor. Recuperado en febrero de 2013, en: www.ipcc.ch
- _____. (2007a). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Autor. Recuperado en junio de 2013, de: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- _____. (2007b). *Climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers for Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado en junio de 2013, de: www.ipcc.ch
- Knutson, T. R., et al. (2010). Tropical cyclones and climate change. *Nature geoscience* 3, 157-163. Citado por: Center for Climate and Energy Solutions. (2011). *Climate change 101: science and impacts*. Estados Unidos: Pew Center on Global Climate Change. Recuperado en junio de 2013, de: <http://www.c2es.org/docUploads/climate101-science.pdf>
- Sachs, J. (2015). *The age of sustainable development*. EE.UU: Columbia University Press.
- SIESAM (Sistema de Información Estratégica Socioambiental de Guatemala). (s.f.). *Sitio web institucional*: <http://www.infoiarna.org.gt>. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.
- Usaid (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). (2007). *Adaptación a la variabilidad y al cambio climático: un manual para planificación del desarrollo*. Guatemala: Autor.

Anexo

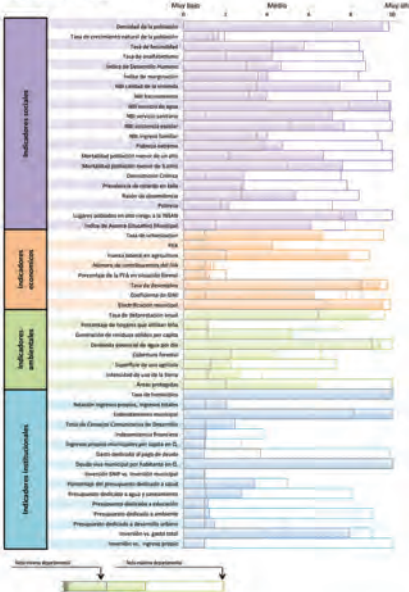
Índice socioecológico del municipio de Nahuatlá, Sololá

El índice socioecológico es una medida estadística sobre los cambios que suceden en el entorno natural como resultado de la interacción con la sociedad. Su objetivo es identificar las tendencias que enfrentan temas de importancia prioritaria en términos de desarrollo, bienestar social y uso adecuado de los bienes naturales. Proviene de un trabajo de investigación desarrollado por la Universidad Rafael Landívar a través del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), y está disponible en línea para su consulta en: <http://www.infoiarna.org.gt/index.php/bases-de-datos/indice-socioecologico-municipal-isem>

Índice socioecológico del municipio		Nahuatlá, Sololá
Departamento		Guatemala
Código municipal		700
Municipio		Nahuatlá
Datos generales		
Superficie (km²)		18.619,09
Habitantes al 2010		64,000*



Nota municipal sobre 10*



* En relación a datos normalizados, recibir ordenada a 10 puntos.

Tabla de datos absolutos

Dimensional	Datos		Promedio Departamental	Promedio País
	Municipal	Promedio		
Desarrollo	843.71	526.63	488.74	
a	8.80	8.13	8.11	
b	178.11	158.27	153.89	
c	46.98	38.95	37.97	
d	5.52	0.60	0.58	
e	0.51	0.26	0.25	
f	21.68	20.68	15.73	
g	15.52	18.28	41.47	
h	1.75	4.88	11.68	
i	13.88	42.25	81.23	
j	8.20	8.37	7.23	
k	27.29	17.83	17.95	
l	18.50	25.17	19.93	
m	41.06	27.69	18.75	
n	5.08	5.57	3.93	
o	74.50	17.93	44.88	
p	74.50	17.93	44.88	
q	1.03	1.09	1.04	
r	15.76	7.64	64.06	
s	14.89	8.81	13.11	
t	18.20	13.12	81.15	
u	18.84	10.71	40.28	
v	25.26	38.12	38.21	
w	71.21	11.40	58.57	
x	1.03	1.09	1.04	
y	20.18	24.81	35.81	
z	0.73	0.91	0.79	
aa	0.40	0.54	0.65	
ab	29.38	13.63	80.76	
ac	0.83	0.09	0.06	
ad	97.03	85.13	79.04	
ae	0.27	0.33	0.35	
af	14.70	13.63	4.85	
ag	32.81	36.77	25.17	
ah	414.25	39.20	27.13	
ai	17.05	11.85	24.93	
aj	18.73	10.34	13.52	
ak	0.81	0.81	17.78	
al	8.37	10.27	14.06	
am	0.06	0.06	0.22	
an	123.00	26.89	44.42	
ao	0.01	0.07	0.14	
ap	2.50	10.71	18.50	
aq	0.01	0.01	0.01	
ar	0.36	0.36	0.48	
as	0.36	0.36	0.48	
at	7.32	7.08	1.09	
au	10.64	14.08	14.95	
av	0.33	0.34	1.42	
aw	0.63	0.42	1.31	
ax	0.40	10.51	11.82	
ay	30.34	16.39	26.26	
az	-	183.23	24.24	

Tabla 1

índice	índice	índice	Categoría
0.74	0.74	0.74	Alto
(-0.24)	(-0.24)	(-0.24)	Medio
(-0.73)	(-0.73)	(-0.73)	Bajo
(-1.23)	(-1.23)	(-1.23)	Muy Bajo

Esta publicación fue impresa en los talleres gráficos de
Serviprensa, S. A., en abril de 2015.
La edición consta de 500 ejemplares en
papel bond beige 80 gramos.

Acerca de esta publicación:

El presente documento es una respuesta de la Universidad Rafael Landívar, a través del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), desde el ámbito académico, al mandato expresado en el Artículo 7 del Decreto 7-2013, que se refiere a la responsabilidad de las entidades académicas a hacer aportes para mejorar la gestión del riesgo, reducir la vulnerabilidad y mejorar la adaptación de las diversas comunidades guatemaltecas.

Esta guía está diseñada para ser utilizada por autoridades municipales y líderes comunitarios como un documento de referencia para llevar a cabo planes de adaptación en las comunidades. Los conceptos que se presentan son aplicables a todo el territorio, mientras que los escenarios corresponden al territorio municipal.

Los escenarios de todos los municipios de Guatemala fueron desarrollados mediante un trabajo de investigación publicado en el 2010 por el IARNA-URL, para lo cual se actualizó el mapa de zonas de vida del país y se emplearon plataformas cartográficas utilizando el modelo de circulación atmosférica global HCCPR-HADCM3 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para construir los escenarios de cambio climático A2 y B2. Este documento presenta escenarios tipo A2, en donde se asume que la población de Guatemala seguirá creciendo a un ritmo acelerado y las condiciones de desarrollo tecnológico y económico seguirán siendo bajas. El objetivo es dar un panorama al lector sobre los cambios que podrían suceder en los ecosistemas hacia los años 2020, 2050 y 2080.

iarna

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Campus Central, Vista Hermosa III, zona 16
Edificio Q, Oficina 101
01016


Ciudad de Guatemala, Guatemala C.A.
Apartado postal 39-C
Tels.: (502) 2426-2559 ó 2426-2626
ext. 2657


Fax: extensión 2649

Correo electrónico: iarna@url.edu.gt

<http://www.url.edu.gt/iarna>

<http://www.infoiarna.org.gt>


 [/iarna.url](https://www.facebook.com/iarna.url)

 [@iarna_url](https://twitter.com/iarna_url)

Suscríbese a nuestro boletín electrónico:
red_iarna@url.edu.gt

ISBN: 978-9929-54-096-5



 ALIANZA POR LA RESILIENCIA



La impresión de esta publicación fue financiada por Wetlands International dentro del marco de la Alianza por la Resiliencia (Partners for Resilience-PFR en inglés), la cual es apoyada financieramente por el Ministerio de Asuntos Exteriores del Reino de los Países Bajos en su esquema de cofinanciamiento (MFS II).

Sitio web: www.partnersforresilience.nl