



## **EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA PRODUCTIVIDAD AGRICOLA**

MSc. Ing. Jany Mary Jarquin Mejía<sup>1</sup>  
[janyjar@gmail.com](mailto:janyjar@gmail.com)

### **RESUMEN**

El cambio climático es una realidad que ya está afectando al planeta de diferentes maneras, sobre todo a los países más empobrecidos y vulnerables. Los escenarios de los modelos climáticos, nos ayudan a predecir cómo el incremento poblacional, el progreso socioeconómico y el cambio tecnológico pueden influir en las emisiones de gases de invernadero futuras. También son de utilidad para evaluar los impactos, adaptación y mitigación del cambio climático. Este documento pretende dar a conocer de manera resumida las consecuencias que tendrá el cambio climático en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, incluyendo algunas medidas de adaptación que pueden ser tomadas al respecto.

### **Palabras claves:**

Efecto de invernadero, escenarios de cambio climático, consecuencias del cambio climático en la productividad agropecuaria y la seguridad alimentaria, medidas de adaptación al cambio climático

### **SUMMARY**

Climate change is a reality that is affecting the world in different ways, especially the poorest and most vulnerable countries. The scenarios of climate models, help us predict how the population growth, socio-economic progress and technological change can influence greenhouse gas emissions future. They are also useful for assessing impacts, adaptation and mitigation of climate change. This paper tries to present in summary the implications of climate change on agricultural productivity and food security, including some adaptation measures that can be taken.

---

<sup>1</sup> Candidata a Doctor en Sociología Rural y Profesora Titular en el Departamento de Economía Agrícola en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Escuela de Estudios Sociales y Humanos. Publicación realizada como cumplimiento parcial de los requerimientos académicos de su Doctorado en Atlantic International University. [www.aiu.edu](http://www.aiu.edu)

**Keywords:**

Greenhouse effect, climate change scenarios, climate change impacts on agricultural productivity and food security, adaptation to climate change.

**INTRODUCCION**

El cambio climático no es una utopía, es una realidad con la que tenemos que convivir. Los gases de invernadero (GEI) están incrementándose año con año, y aunque nuestra región Centroamericana produce menos del 0,5% de las emisiones del mundo, debido a la pobreza y localización geográfica, somos extremadamente vulnerables a cualquier variabilidad climática.

El aumento de la temperatura atmosférica y oceánica, la variabilidad en las precipitaciones, la intensidad de los fenómenos meteorológicos, entre otros, ocasionarán grandes desequilibrios en la producción de los alimentos y por consiguiente en la seguridad alimentaria del mundo.

El incremento de las temperaturas beneficiará y/o perjudicará el rendimiento de algunos cultivos. En las regiones templadas podría haber mejores producciones que en los países tropicales. Por el contrario, el incremento de las precipitaciones podría mejorar la producción en tierras más secas o por el contrario un déficit de las mismas podría empeorar los problemas alimenticios.

En vista de la importancia de conocer las consecuencias del cambio climático sobre la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, este documento pretende exponer de manera resumida los siguientes aspectos:

- Definición de cambio climático
- Antecedentes y medidas internacionales sobre el cambio climático
- Principales efectos de la variabilidad del clima
- El efecto invernadero y los principales gases que lo provocan
- Escenarios propuestos por el IPCC
- Consecuencias de la variabilidad climática en la producción agropecuaria
- Consecuencias de la variabilidad climática en la seguridad alimentaria
- Medidas de adaptación al cambio climático

Se ha preguntado Usted alguna vez ¿porqué sentimos más calor que de costumbre? ¿porqué llueve cuando no es tiempo de lluvias? ¿por qué los fenómenos meteorológicos se suceden con más intensidad y frecuencia? ¿será que el clima se volvió loco?. Pues Usted está en lo cierto, el clima ya no es el mismo y probablemente siga cambiando en las próximas décadas. Pero, ¿qué o quienes han provocado este cambio?, y ¿Cuáles serán las consecuencias del mismo?.

Para iniciar esta reflexión, comenzaremos definiendo:

**¿Qué es el clima?**

Es el ambiente atmosférico compuesto de partículas de diferentes gases, vapor de agua, polvo, cenizas de volcanes, microorganismos y sales. Estas partículas no se distribuyen de manera homogénea por toda la atmósfera, sino que varían de acuerdo a cada ambiente. Entre los elementos que conforman el sistema climático están: la temperatura, la presión atmosférica, las masas de aire, los vientos, la humedad

relativa, las precipitaciones y los factores climáticos como la altitud, latitud, continentalidad, entre otros.

### **¿Qué es el cambio climático?**

Es la transformación del clima mundial a través del tiempo, ocasionado ya sea por factores naturales o por las actividades de los seres humanos. De acuerdo a los informes del IPCC, desde mediados del siglo XX, el aumento la temperatura terrestre se debe a la acción antropogénica, provocando lo que llamamos “recalentamiento o efecto de invernadero”, el que se abordará más adelante.

### **ANTECEDENTES**

Los primeros trabajos científicos sobre el cambio climático comenzaron a inicios del siglo XIX, cuando se empezaron a estudiar los efectos naturales del cambio climático en el paleoclima, concluyéndose de que éste ha tenido fuertes fluctuaciones y repercusiones en el pasado. Se han alternado épocas de fuerte calentamiento que han provocado inundaciones tan grandes que han dado origen al mar Negro y el mar Báltico, así como glaciaciones que han hecho desaparecer muchos ecosistemas. Entre el año 1200 a 1650 de nuestra era, el clima se vino enfriando paulatinamente, pero a partir de ahí comenzó nuevamente a calentarse y a partir de 1980 el calentamiento ha venido incrementando aceleradamente (PNUD).

A partir de ésta última fecha, los Estados del mundo han mostrado una gran preocupación por el cambio climático, dándose inicio a un sinnúmero de actividades mundiales como conferencias, convenciones, negociaciones, mandatos y planes de acción (ver cuadro No.1).

Cuadro No. 1. Antecedentes de las medidas internacionales sobre el cambio climático.

<b>Año</b>	<b>Medidas Internacionales</b>
1979	Primera conferencia mundial (CMCC) sobre el clima celebrado en Ginebra.
1988	Las Naciones Unidas aprobó la protección climática para las actuales y futuras generaciones.
1988	<b>Se creó el IPCC (Panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático)</b> , para realizar investigaciones científicas y aconsejar a los gobiernos del mundo sobre el calentamiento global y el efecto invernadero.
1990	<b>Primer informe de evaluación del IPCC</b> y la segunda CMCC motivaron la realización de la Convención Marco a cerca del cambio climático.
1992	Aprobación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, en Río de Janeiro, Brazil.
1994	Entra en vigor la Convención Marco sobre el Cambio Climático.
1995	<b>Segundo informe de evaluación del IPCC</b> , proporcionó suficientes resultados de sus grupos de trabajo para los acuerdos del Protocolo de Kioto.
1997	Se inicia la redacción del Protocolo de Kioto, que trata sobre las disposiciones para reducir el calentamiento global y el efecto invernadero de los principales gases: CO <sub>2</sub> , metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbono, entre otros.
1998	Se termina de redactar el Protocolo de Kioto.

Año	Medidas Internacionales
2001	<b>El Tercer informe de evaluación del IPCC</b> , rinde informe de tres grupos de trabajo sobre “Bases Científicas”, “Efectos, adaptación y Vulnerabilidad” y “Mitigación, así como un informe especial para diseño de políticas.
2003	Se inicia en grandes líneas el Cuarto informe de evaluación del IPCC.
2005	Entra en vigencia el Protocolo de Kioto.
2007	Se completa y publica el <b>Cuarto informe de evaluación del IPCC</b> .

Fuente: PNUD.

A pesar de que desde 1988 el IPCC ha venido demostrando científicamente los cambios irreversibles en el clima, todavía no se hacen suficientes esfuerzos para disminuir estos impactos antropogénicos.

De acuerdo al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC,2007), los principales efectos de la variabilidad climática son:

- Incremento de la temperatura sobre todo en las latitudes superiores.
- Aumento del nivel del mar producto del descongelamiento de los polos.
- Disminución de las cubiertas de nieve en las montañas.
- Aumento de la formación y tempestuosidad de los huracanes en el océano Atlántico.
- Mayor escorrentía y caudal en los ríos.
- Inundaciones y/o sequías causando erosión de los suelos.
- Infiltración de agua salada en la capa friática del suelo.
- Veranos mas calurosos e inviernos más frios.
- La precocidad en el florecimiento en algunas especies de árboles.
- La fauna y la flora se ha desplazado a mayores alturas.
- Los ecosistemas marinos también se han visto alterados por estos cambios.

Aunque existen miles de datos que nos indican los cambios habidos en los diferentes sistemas ecológicos y geográficos, éstos no son tan abundantes en los países menos desarrollados.

## **EL “EFECTO DE INVERNADERO” EN EL CAMBIO CLIMÁTICO**

La Tierra permanentemente recibe energía proveniente del Sol, la cual llega en forma de energía lumínica a través de los rayos solares. Así mismo la Tierra debería devolver la misma cantidad de energía (radiación infrarroja) que recibe del Sol, para que haya un equilibrio térmico. Pero si la radiación que entra es mayor de la que sale de la Tierra, se produce un calentamiento y si la energía que llega es menor que la que regresa se produce un enfriamiento.

Una parte de la energía que entra a la Tierra, regresa a la atmósfera o se refleja en las nubes y la otra parte la absorbe la Tierra, provocando tanto fenómenos atmosféricos como oceánicos, entre los que podemos nombrar: las variaciones en el flujo de la radiación solar, variaciones en el campo magnético solar y el viento solar que influyen en los fenómenos oceánicos del Niño y la Niña; variaciones en la órbita terrestre; entre otros (Wikipedia, 2012).

Los gases que se encuentran en la atmósfera retienen esta energía infrarroja y la remiten de nuevo a la Tierra calentando la misma y provocando lo que se denomina “efecto de invernadero natural”. (Wikipedia, 2012).

El efecto invernadero ha sido necesario para la vida del planeta, cuando sus principales gases, vapor de agua, CO<sub>2</sub>, entre otros, se han mantenido en mínimas cantidades. No obstante, a partir de la época preindustrial el CO<sub>2</sub> y otros gases, se han visto incrementados aceleradamente, debido a la actividad de los seres humanos, llamándosele “efecto de invernadero antropogénico”.

Los gases que provocan el efecto de invernadero (GEI) son el vapor de agua, el dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ozono (O<sub>3</sub>), clorofluorocarbono (CFC), perfluorocarbono (PFC), hidrofluorocarbono (HFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y los aerosoles que dañan la capa de ozono. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O) es el único GEI que no se considera resultado de la actividad humana.

El origen antropogénico de estos GEI se resume a continuación en el cuadro No.2.

Cuadro No.2. Origen antropogénico de los GEI.

<b>GEI</b>	<b>Origen</b>
CO <sub>2</sub>	Combustión de petróleo, carbón, gas natural y quema del bosque para producir energía.
CFC, PFC y HFC	Producción industrial
SF <sub>6</sub>	Industria eléctrica, semiconductores, para inflar neumáticos, zapatos deportivos, etc.
CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	Prácticas agropecuarias y mal uso del suelo.

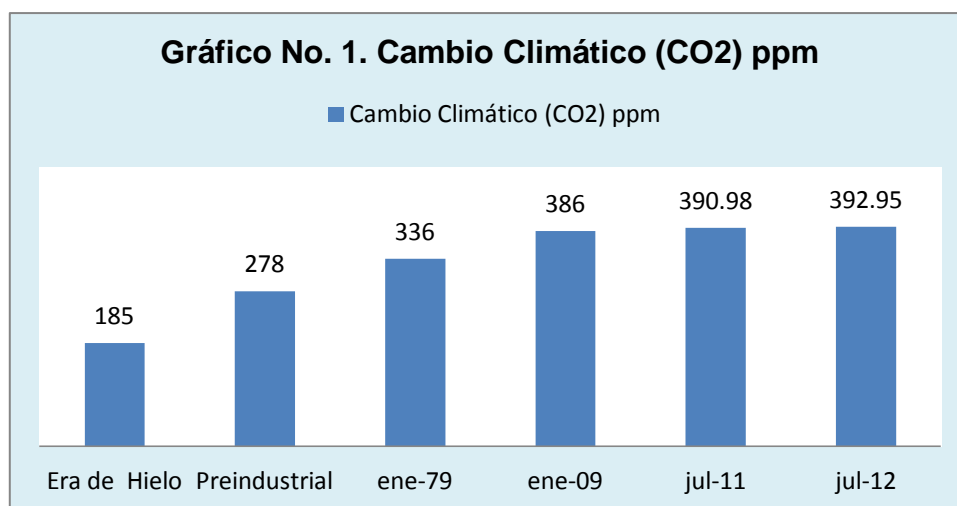
Fuente: Wikipedia, 2012.

Estos GEI permanecen en la atmósfera durante largo tiempo (IPCC, 2001), ubicándose de mayor a menor de la siguiente manera:

- SF<sub>6</sub>: > de 50,000 años
- HFC: 260 años
- CO<sub>2</sub>: 5 a 200 años
- N<sub>2</sub>O: 114 años
- CHC: 45 años
- CH<sub>4</sub>: 12 años

El dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI que más sobresale. Según el informe Stern (2006), desde 1850 los Estados Unidos y Europa son los responsables de emitir el 70% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

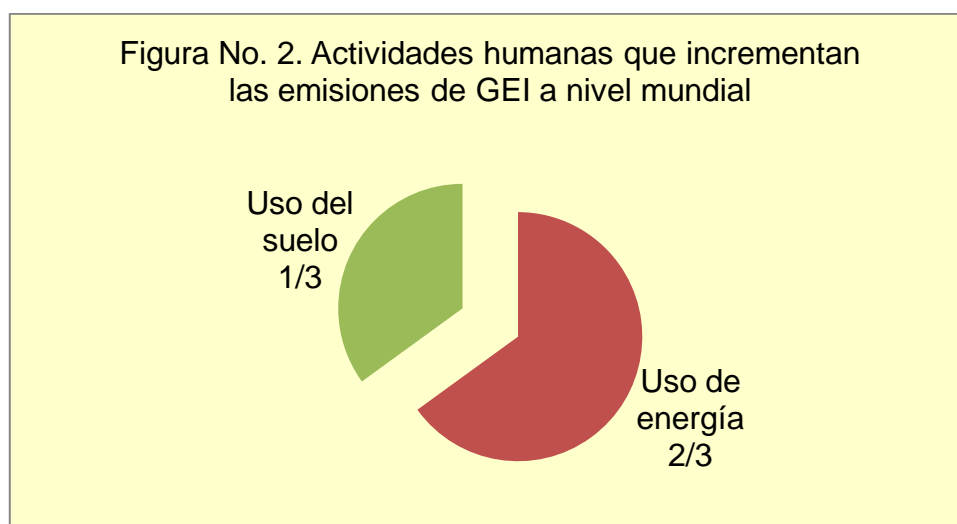
El CO<sub>2</sub> ha venido incrementando aceleradamente desde la edad de hielo hasta nuestros días (ver gráfico No.1) pero sobre todo en los últimos treinta años.



Fuente: Elaborado según datos de NOAA. Earth Systems Research Laboratory. 2012.

Los países que más contribuyen al calentamiento global en orden de importancia son: USA, China, Unión Europea, Rusia, India y Japón. Centroamérica apenas contribuye con un 0,5% de las emisiones del planeta (CEPAL y DFID, 2009).

Las emisiones de GEI a nivel mundial se deben en un 65% al uso de energía y un 35% a la variación en la utilización del suelo (ver gráfico No.2).



Fuente: Informe Stern, 2006.

En el caso de Nicaragua, las emisiones GEI se deben al cambio en el uso del suelo y el despale indiscriminado. Los gases que más emite Nicaragua, son: CO<sub>2</sub> (89%) como producto de la deforestación y el avance de la frontera agrícola.

Aproximadamente se eliminan unas 70,000 hectáreas por año, de las cuales 42,676 hectáreas corresponden a la Reserva de Biósfera de Bosawás. Este bosque virgen en 1987 tenía 1,170,210 hectáreas y en el 2010 ya solo contaba con 823,237 hectáreas, habiendo perdido en 23 años el 30% de su foresta (Pérez, W. 2012).

Otro factor que contribuye a la emisión de bióxido de carbono en Nicaragua es la quema de combustible fósil en el sector de energía y transporte. El gas CH<sub>4</sub> (10%) proviene de la fermentación de las heces del ganado vacuno y en menor medida del cultivo del arroz de riego y la caña de azúcar; y el N<sub>2</sub>O (1%) acontece de la fertilización en los suelos agrícolas. (MARENA, 2003).

### **ESCENARIOS PROPUESTOS POR EL IPCC**

Los escenarios son representaciones posibles que podrían acontecer en el futuro. Son un valioso instrumento para crear modelos del clima, para determinar cómo el incremento poblacional, el progreso socioeconómico y el cambio tecnológico pueden influir en las emisiones de gases futuras. También son de utilidad para evaluar los impactos, adaptación y mitigación del cambio climático.

De acuerdo a los escenarios de emisiones del IPCC, se proyecta que haya un incremento de 25% a 90% en las emisiones globales de los GEI entre los años 2000 y 2030, si se continúa abusando del uso de combustibles fósiles, por lo tanto el calentamiento del planeta aumentaría y el cambio climático sería más evidente y catastrófico que en el siglo pasado.

Para tratar de entender cómo será el cambio climático en el futuro, es necesario hacer uso de modelos climáticos, que nos permitan simular el clima pasado (utilizando datos paleoclimáticos) y el clima presente (haciendo uso de instrumentos muy precisos). Estos modelos solo lo realizan centros de investigación muy bien equipados, entre los que están el Centro Hadley que creó el modelo HadCM (Hadley Community Model) y el Max Planck Institute (MPI), que creó el modelo ECHAM, para generar escenarios regionales, mediante resoluciones espaciales (Gutierrez y Pons, 2006).

Los expertos del IPCC elaboraron una serie de escenarios de emisiones antropogénicas de los GEI, conocidos como SRES (Special Report on Emission Scenarios), para proyectar los posibles modelos climáticos que tendremos en este siglo XXI.

Para tal efecto se plantearon 4 líneas evolutivas, que proporcionaron cuatro escenarios llamados “familias”: A1, A2, B1 y B2, de los cuales se han desarrollado 40 escenarios. De la familia A1, se forman tres grupos de acuerdo al uso de tecnologías energéticas: A1F1 (uso intensivo de combustibles fósiles); A1B (uso equilibrado) y A1T (uso de combustibles no fósiles). El resumen de los escenarios de las cuatro familias podemos observarlas en el cuadro no. 3.

Cuadro No.3. Resumen de los escenarios de las cuatro familias.

<b>Características / Escenarios</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
Crecimiento poblacional mundial	Muy rápido	Continuo crecimiento	Rápido	Moderado, menor que A2.
Crecimiento económico mundial	Incrementa a mediados del siglo y luego disminuye	Lento	Poco uso de materias primas, mayor uso de servicios e información	Intermedio
Cambio Tecnológico	Mas eficientes	Lento	Tecnologías limpias y eficientes	Mucho más Lento y variado que A1 y B1.

<b>Características / Escenarios</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
Interacción sociocultural mundial	Convergencia entre regiones	Heterogéneo, autosuficiente, preservación de las identidades locales	Soluciones de orden mundial para la Sostenibilidad socioeconómica y ambiental	Soluciones locales y regional para la sostenibilidad socioeconómica y ambiental
Renta percapita	Reducción de diferencias regionales	Lento	Mayor igualdad	Igualdad social

Fuente: IPCC, 2000.; M.A y Espinoza, T (2010); Gutierrez y Pons, 2006.

Los últimos estudios de la CEPAL, (citado por CCAD/SITA, 2010) demuestran que de acuerdo a los escenarios A2 y B2, para los años 2050 y 2100, la región Centroamericana, proyecta un incremento en la temperatura y una disminución en las precipitaciones (ver cuadro 4).

Cuadro No.4. Escenario A2 y B2 que proyecta la temperatura y precipitación para los años 2050 y 2100 en el área Centroamericana y Nicaragua.

<b>Años</b>	<b>2050</b>				<b>2100</b>			
	A2		B2		A2		B2	
	T	P	T	P	T	P	T	P
Nicaragua	1.89	-17.93	1.40	-7.72	4.29	-14.48	2.45	-17.72
Centroamérica	1.77	-13.89	1.39	-4.44	4.17	-18.16	2.50	-10.64

Fuente: CEPAL (citado por CCAD/SITA, 2010) T: temperatura, °C; P: precipitación

Otros estudios en el área Centroamericana han observado también un cambio gradual en sus temperaturas mínimas y máximas de 0.2 °C y 0.3°C cada 10 años, y una disminución en los períodos fríos de 2.2 días por década. Aguilar, et.al. 2005 (citado por Gutiérrez, M. y Espinosa, T. 2010).

Coincidiendo con las predicciones del IPCC (2007), y de otros estudios científicos, en los últimos 50 años en Nicaragua se han observado variaciones en la temperatura de 0.2 °C a 1.6 °C, y en los últimos 100 años se han registrado en las estaciones meteorológicas de la región del Pacífico, una disminución en las lluvias de un 6% a un 10%, las que estadísticamente se ha demostrado que tienen correlación con el fenómeno del Niño Oscilación del Sur (ENOS), el cual ha sido cada vez mas frecuente. Así mismo, la frecuencia de huracanes ha aumentado en los últimos 33 años (Bergman, G. 2011).

### **CONSECUENCIAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

La agricultura es altamente vulnerable a los cambios climáticos. Esto amenaza la seguridad alimentar sobre todo en los países menos desarrollados, donde casi el 50% de la PEA, dependen de la agricultura para sobrevivir, y el 75% de la población mundial pobre vive en zonas rurales (Nelson, G.et.al, 2009). Estos datos son evidentes en algunos países de Centroamérica como Guatemala y Honduras, donde 6 de cada 10 personas se dedican a la producción agrícola, y en Nicaragua y El Salvador, 5 personas de cada 10 personas también sobreviven de esas labores (Gutierrez, M.A. y Espinoza, T., 2010).



Los agricultores pobres que practican una agricultura de subsistencia serán los más vulnerables al cambio climático, al encontrarse aislados, en tierras marginales, sin acceso a crédito, asistencia técnica, infraestructura, ni mercados (Ramirez, D. et.al., 2010).

Los rendimientos de muchos cultivos, se verán afectados de acuerdo a su mayor o menor tolerancia a altas temperaturas y precipitaciones.

Las altas temperaturas provocarán que:

- Los cultivos más sensibles sean trasladados a zonas más montañosas en detrimento del área forestal.
- Los cultivos incrementen sus necesidades de agua
- Se aceleren los procesos fisiológicos, acortándose el ciclo vegetativo.
- Se reduzca la productividad de los sistemas agropecuarios
- Se incrementen las malezas y plagas.

La disminución de las precipitaciones, puede resultar en una seria amenaza de sequía en las zonas más secas y harán disminuir los rendimientos en maíz y frijol.

El aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico, además de propiciar el calentamiento global, puede:

- Favorecer cultivos C3 como la soya, el frijol y el café entre otros.
- No favorecer cultivos C4 como la caña de azúcar, el sorgo y el maíz.
- Aumentar la sensibilidad de los cultivos a la sequía.
- Actuar como un gas fertilizante, el cual acelera el crecimiento y el tamaño de vegetales y hortalizas, debido a que se acumula más almidón en detrimento del nivel de proteína, por lo tanto, las verduras aumentan el tamaño pero disminuyen su calidad. (Krupa, 2012).

Otro problema que se avizora es la pérdida de agua dulce, según el IPCC para el año 2050, probablemente un 40% del agua dulce habrá desaparecido.

Se advierte que las regiones tropicales serán las más perjudicadas por el cambio climático.

Según algunos autores como Adams et.al, 1998 y Seo y Mendelsohn, 2007 y 2008 (citados por Ramirez, D. et.al, 2010), y (Aguilar, M. 2009), entre las principales limitantes que el cambio climático tendrá sobre la producción agropecuaria están:

- mayores impactos negativos en cultivos de latitudes más bajas, sobre todo en el trigo y el maíz.
- A mayores temperaturas y precipitaciones, las tierras agropecuarias perderán su valor original, a menos que cuenten con riego.
- Las tierras mejor valoradas son las que cuenten con un clima más templado y un aumento de la precipitación.
- Los productores de zonas templadas preferirán dedicarse a la agricultura y los productores de zonas más secas a la ganadería. Podrán también elegir ser productores agropecuarios en zonas frescas y secas pero con riego.

Estudios realizados en Nicaragua sobre el efecto del cambio climático en el rendimiento del maíz (Rivas, 2000), frijol (Rivera, 2000) y sorgo (Amador, 2000).(citados por Ramirez, D. et.al, 2010), prevén los siguientes los siguientes resultados:

**Cultivo del maíz – Zona Central**

- Las altas temperaturas acelerarán el inicio y finalización de la etapa fenológica del cultivo, reduciendo su producción de biomasa, así mismo, las bajas precipitaciones también incidirán negativamente en su rendimiento.

**Cultivo del Frijol – Zona**

- Las regiones con altas temperaturas y bajas precipitaciones, presentaron más bajos rendimientos en comparación con zonas más frescas y con mayor precipitación.

**Cultivo de Soya – Zona Central**

- Aunque es un cultivo de gran adaptabilidad, la variabilidad del clima influirá negativamente en los rendimientos.

Utilizando el escenario A2 con una tasa de descuento del 2%, se proyectaron pérdidas económicas para el año 2100, en los rubros de maíz (3% y 5% del PIB) , frijol (1% y 3% del PIB) y café (6% del PIB), lo que vendría a agravar la inseguridad alimentaria y las pérdidas económicas en el país (Ramírez, et.al, 2010).

En la región de Las Segovias, Nicaragua, se prevé que para los próximos 50 años, los rendimientos en el cultivo del café se vean drásticamente mermados, al disminuirse la precipitación en un 30%.(Gutiérrez, M. y Espinosa, T, 2010).

### **CONSECUENCIAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Según la FAO (2007) la seguridad alimentaria se da, cuando todos los seres humanos pueden acceder tanto física como económicamente a suficientes alimentos, nutritivos e inocuos para satisfacer sus necesidades dietéticas y de su preferencia, y tener una mayor calidad de vida. Para tener la seguridad alimentaria, se deben cumplir con cuatro componentes: disponibilidad, estabilidad, accesibilidad y utilización.

En el planeta se producen suficientes alimentos para alimentar a todas las personas en el mundo, sin embargo, no todas las personas comen con equidad. De los 7,000 millones de habitantes (2011), 1,000 millones sufren desnutrición y 1,500 millones de personas mayores de 20 años sufren de obesidad. Por otra parte, la pobreza afecta a 1,400 millones de seres humanos que no tienen acceso a alimentos por el incremento constante en el precio de estos productos, y a pesar del hambre, 1,300 millones de toneladas de alimentos se desperdician anualmente (Beddington, J. et. al. 2011).

Al cambiar marcadamente las condiciones climáticas, la seguridad alimentaria se ve amenazada al incidir en los componentes de los sistemas alimentarios a nivel mundial, regional y local.

Se observa con preocupación que los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más frecuentes (Incremento de la temperatura; irregularidades en los regímenes de lluvias; sequías; aumento en la fuerza de los vientos; mayor frecuencia y magnitud de los huracanes, tormentas y depresiones tropicales, entre otros). Estos cambios climáticos adversos afectan toda la cadena agroalimentaria, debiéndose dar respuestas adaptativas tanto a la producción de alimentos, como al almacenamiento, elaboración, distribución y consumo. Éste último, probablemente traiga consecuencias en la salud humana y en el estado nutricional de las personas.

La ineficiencia de la cadena agroalimentar afecta negativamente el medio ambiente, disminuye la productividad y aumentan las pérdidas de los alimentos. Las malas prácticas agropecuarias, así como la refrigeración de los productos y otras actividades, son una importante fuente de gases de invernadero. Los rendimientos potenciales de los cultivos distan mucho de las productividades reales, debido a la degradación de los suelos y el agua, sin ninguna medida conservacionista. Se estima que a lo largo de toda la cadena agroalimentar una tercera parte de los alimentos se desperdicia o se pierde (Beddington, J. et. al. 2011).

Los países empobrecidos tendrán mayor vulnerabilidad al cambio climático, ya que se verán aumentados los niveles de inseguridad alimentaria. Al caer los rendimientos de sus productos de subsistencia, se verán comprometidos el suministro de alimentos, seguridad y soberanía alimentaria. Así mismo, esto repercutirá en la salud humana, incrementaran los índices de desnutrición y aumentarán las migraciones rurales.

En Centroamérica, entre el 80 y 98% de los cultivos dependen de la estación lluviosa, los cultivos bajo riego son mínimos, y las áreas para el cultivo de granos básicos se han reducido para dar lugar a cultivos de exportación no tradicional.

El cambio climático ya está provocando un incremento en el precio mundial de algunos granos debido a la sequía y a las altas temperaturas en Europa Oriental y USA. Entre Junio y Julio del 2012, el maíz y el trigo subió de precio un 25% y la soja un 17%, alcanzando record histórico, 6% más que en Julio del 2011 (EFE, 2012). Como algunos de estos granos son utilizados para la alimentación animal, la carne incrementará también a precios más prohibitivos. En resumen, la población más pobre, tendrá menos acceso a adquirir las calorías necesarias de las fuentes de cereales y carne, para una adecuada nutrición.

Para contrarrestar este efecto se deben impulsar sistemas de producción que sean capaces de sobreponerse a los embates climáticos (resiliencia), hacer un uso más eficiente de los recursos naturales y disminuir el mal aprovechamiento alimentar, promover el acceso a los alimentos y fomentar hábitos alimentares más saludables (Beddington, J. et. al. 2011).

También se hace necesario una mayor inversión, para incrementar la productividad agropecuaria en los países en desarrollo, aumentando las tasas de crecimiento de un 15% en la eficiencia en las cuencas hídricas, un 25% en las áreas de irrigación; un 30% en el número de animales; un 40% en la producción de aceites y alimentos; un 60% en el rendimiento de los cultivos y reduciendo un 15% en las áreas de secano ((Nelson, G. et.al.,2009).

Un ejemplo loable que se está implementando en Nicaragua, es la utilización de objetos descartables para cultivar alimentos en los patios de las casas o pequeñas parcelas. Se han utilizado más de 37,000 botellas desechadas para sembrar hortalizas, alimentando a 500 familias de Managua. También se han utilizado 4,300 llantas desechadas, donde se han sembrado vegetales que han servido para alimentar a los niños de 11 escuelas. Esta experiencia va a ser replicada en el Departamento de León, para luego ser multiplicada en todo el país, con ayuda de la FAO y Visión Mundial (Pérez, W., 2012)

En el año 2008, “Brot für die Welt” (Pan para el Mundo) con “Diakonie Katastrophenhilfe” (DKH, Apoyo en Emergencias, Alemana] y Germanwatch publicaron un estudio sobre los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria. Para esto hicieron tres niveles de diferenciación, resaltando la vulnerabilidad de las personas a nivel mundial, a nivel nacional y a nivel de hogares. El estudio destaca en las diferentes escalas, los impactos adversos que el cambio

climático tendría en grupos humanos que ya están en riesgo de inseguridad alimentaria. También muestra las estrategias que algunos grupos vulnerables ya están implementando para adaptarse, pero que muchas veces se ven limitados por su restringida capacidad de respuesta (Hirsch, T. y Lottje, C., 2009).

En resumen, tomando en cuenta que el cambio climático es una realidad insoslayable, la cadena agroalimentar (producción, transformación, distribución y consumo) deberá de transformarse para reducir los gases de invernadero, la conservación de los recursos naturales y garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables a nivel mundial, nacional como local.

### **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Adaptarse es ajustarse o adecuarse a los cambios a favor o en contra que el cambio climático pueda causar en todo tipo de sistemas, para aprovechar o mitigar sus consecuencias.

La adaptación a la variabilidad climática, exige el involucramiento de todos los sectores a nivel externo e interno, urbano y rural, público y privado, a nivel internacional, regional, nacional y local, para poder brindar soluciones holísticas que conlleve a políticas adecuadas a cada sector, tomando en cuenta la relevancia de la institucionalidad, la participación ciudadana, la inversión, la investigación y la tecnología.

Entre las medidas de adaptación que deberán tomarse para garantizar el suministro de alimentos a una población cada vez más creciente y vulnerable, se destacan medidas de adaptación reactivas y proactivas (Hirsch, T. y Lottje, C., 2009).

Entre las medidas de adaptación reactivas para el uso del agua, la agricultura y la seguridad alimentaria están:

- Proteger la capa freática del suelo.
- Proteger las fuentes acuíferas.
- Implementar prácticas de cosecha de agua de lluvia.
- Gestionar y preservar el suministro de agua
- Hacer uso de prácticas de conservación de suelos
- Hacer usos más eficientes en la aplicación de fertilizantes.
- Modificar las fechas de siembra y cosecha.
- Introducir nuevas variedades de cultivos.
- Mejorar la resiliencia de los sistemas de producción agrosilvopastoriles
- Implementar programas educativos de manejo y conservación de suelos y agua.

Entre las medidas de adaptación proactivas para el uso del agua, la agricultura y la seguridad alimentaria están:

- Reciclar aguas residuales para utilización agrícola.
- Conservación de zonas de captación de agua.
- Implementar políticas para el uso racional y precios del agua.
- Control y monitoreo de inundaciones y sequías.
- Desalinización
- Cultivar variedades más resistentes a la sequía, plagas, sal.
- Diversificación de cultivos y alimentos.
- Implementar políticas de incentivos fiscales/subsidios, mercados más justos para la siembra de cultivos y la adquisición de alimentos.

**DELOS**  
**Revista Desarrollo Local Sostenible**

- Utilización de técnicas biodigestoras para reducir las emisiones de metano.
- Buscar alternativas bioenergéticas para disminuir el uso de combustibles fósiles.
- Reducir las tasas de deforestación y los incendios forestales.

A nivel internacional es necesario que las grandes empresas transnacionales de alimentos, se obliguen por leyes y no por subsidios, a disminuir sus emisiones de gases, y a comprar materia prima a los países menos desarrollados a precios justos, para no seguir empobreciendo más a las familias productoras.

A nivel local es imprescindible el fortalecimiento de las instituciones oficiales y el apoyo a las actividades socioeconómicas para diversificar los ingresos de los pequeños productores, la valoración de sus conocimientos ancestrales para complementar y ajustar las prácticas agropecuarias existentes y el apoyo a la investigación adaptativa.

En Nicaragua el programa “Centro de Producción Más Limpia” (CPML), promovido por iniciativa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), ha estado brindando asistencia técnica a las empresas estatales y privadas del país para mejorar su competitividad y reducir los impactos al medio ambiente.

Según el informe anual del 2011 del CPML, un total de 350 empresas de distintos ramos habían hecho esfuerzos para cambiar sus sistemas productivos tradicionales a Sistemas con Producción más limpia, obteniendo a cambio beneficios productivos, económicos, sociales y ambientales. Entre los que sobresalen los siguientes:

**Beneficios productivos y económicos.**

- Incremento de 7% en productividad
- Reducción de 22% en la producción de desechos
- Ahorros de 32% en el consumo de agua
- Ahorros de 23% en el consumo de energía
- Ahorros económicos de US\$ 5, 252,787/año

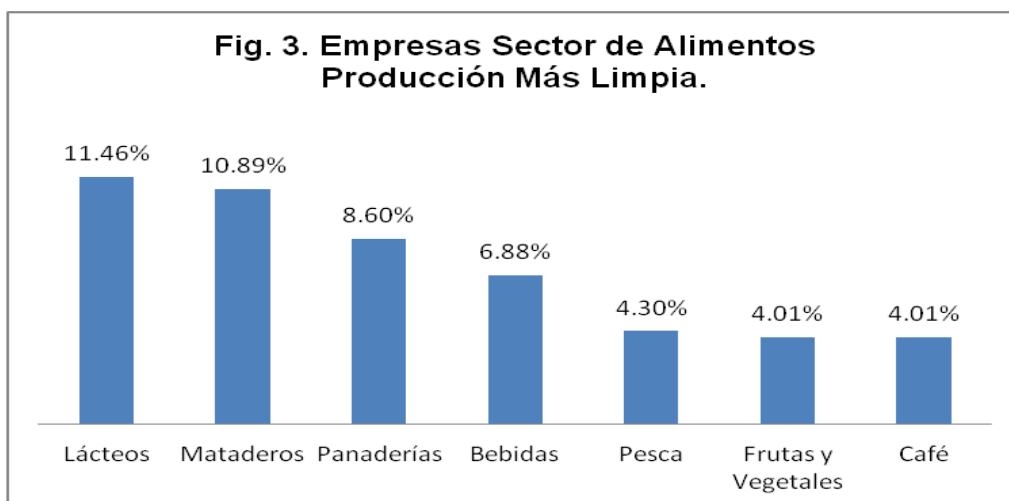
**Beneficios ambientales**

- Reducción de 1, 171,643 m<sup>3</sup> en el consumo de agua.
- Reducción de 14, 633,602 kWh/año en el consumo de energía.
- Reducción de 3, 753,168 kg/año en la generación de desechos.
- Reducción de 11, 948,265 kg en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Beneficios sociales**

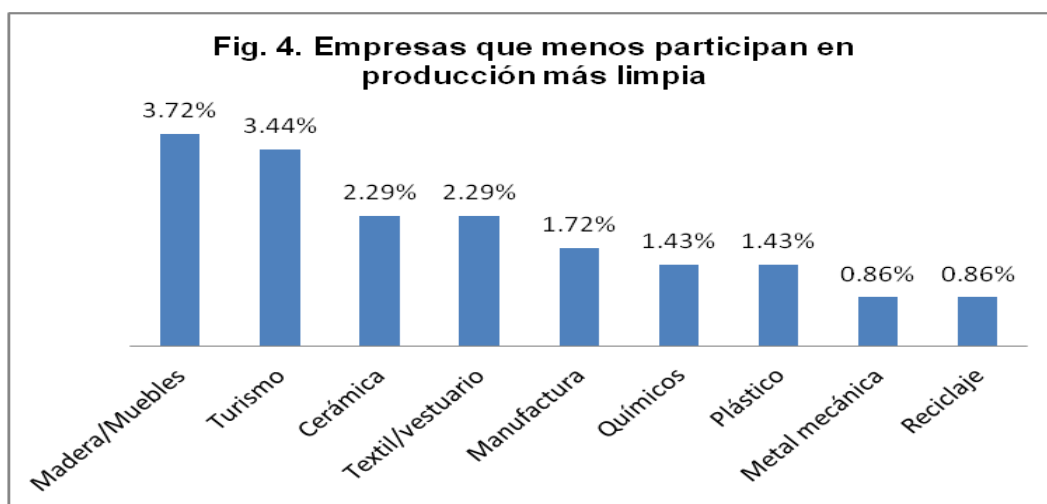
Con estos ahorros en agua potable, se ha podido brindar este servicio a 2,334 familias que carecían de este vital líquido. Así mismo, con el ahorro de energía eléctrica se ha podido atender a 8,129 familias más.

Del total de empresas atendidas, los rubros más destacados en orden de importancia, para producir más limpio en el sector de alimentos (ver figura No.3) fueron: los lácteos, mataderos, panaderías, bebidas, pesca, frutas y vegetales y café.



Fuente: CPML, 2011.

Así mismo, las empresas atendidas que menos participaron en producir más limpio fueron: reciclaje, metal mecánica, plástico, químicos, manufactura, textil/vestuario, cerámica, turismo y madera/muebles (ver figura no.4.).



Fuente: CPML, 2011.

## CONCLUSIONES

A partir de 1980, el mundo ha visto con preocupación cómo el clima ha venido cambiando aceleradamente. Las Naciones Unidas conformó un grupo de expertos denominados IPCC, para que estudiaran la reducción de los gases de invernadero, sus efectos, adaptación y mitigación, produciéndose hasta la fecha cuatro informes de evaluación.

El “efecto de invernadero” ha sido esencial para la vida en la Tierra, pero a partir de la época industrial, las actividades humanas han incrementado las emisiones de estos gases, provocando un calentamiento acelerado en el planeta. El origen se debe en 2/3 partes al uso de energía fósil y 1/3 al mal uso del suelo.

Los escenarios desarrollados por el IPCC nos ayudan a visualizar los posibles modelos de climas que se tendrán en el siglo XXI, tomando en cuenta el crecimiento poblacional y económico mundial, el avance en tecnologías, y las interacciones socioculturales. Para tal efecto, han propuesto cuatro familias A1, A2, B1 y B2. Para la región Centroamericana, se han estudiado A2 y B2.

Los rendimientos de muchos cultivos, se verán afectados según su adaptabilidad a altas temperaturas y precipitaciones. La disminución de las precipitaciones, amenazarán las zonas más secas y harán disminuir los rendimientos de los granos de subsistencia. Los precios de la tierra incrementarán de acuerdo a las zonas agroclimáticas más frescas.

La cadena agroalimentar (producción, transformación, distribución y consumo) deberá de transformarse para reducir los gases de invernadero, la conservación de los recursos naturales y garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables a nivel mundial, nacional como local.

La adaptación a la variabilidad climática, deberá ser un esfuerzo de todos, tanto a nivel internacional, regional, nacional como local, para poder brindar soluciones holísticas que permitan garantizar el suministro de alimentos a una población cada vez más creciente y vulnerable.

Entre las principales medidas se destacan las concernientes a la conservación del agua y los suelos, modificación de fechas y cosechas en los cultivos, cultivos más resistentes a sequías y plagas, alternativas energéticas para disminuir el uso energías fósiles, implementación de políticas para el uso racional de los recursos, entre otros.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Beddington, J.; Asaduzzaman, M.; Fernández, A.; Clark, M.; Guillou, M.; Jahn, M.; Erda, L.; Mamo, T.; Van Bo, N.; Nobre, C.; Scholes, R.; Sharma, R. & Wakhungu, J. (2011). Lograr la seguridad alimentaria ante el cambio climático: Resumen para responsables de la política de la Comisión sobre la Agricultura Sostenible y el Cambio Climático. Programa de Investigación del CGIAR sobre el Cambio Climático, la Agricultura y la Seguridad Alimentaria (CCAFS). Copenhague (Dinamarca). Disponible en Internet en: [www.ccafs.cgiar.org/commission](http://www.ccafs.cgiar.org/commission).
- Bergman, G. (2011). Retos y desafíos del cambio climático en Nicaragua. Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica en Cambio Climático. Universidad de Ciencias Comerciales. Managua, Nicaragua.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo – CCAD y Sistema de la Integración Centroamericana – SICA (2010). Documento ejecutivo: Estrategia Regional de Cambio Climático.
- Centro de Producción Más Limpia (CPML). 2011. Promoviendo competitividad con responsabilidad ambiental. Informe Anual de Actividades 2011. Managua, Nicaragua.
- EFE-Washington (2012, 31 de Agosto). Sequía dispara precios. Banco Mundial alerta de más incrementos en lo que resta del año. Diario La Prensa. Managua, Nicaragua.
- FAO. 2007. Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. Resumen.

- Fuentes, M.A y Espinoza, T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Gutierrez, J.M. y Pons, M.R. (2006). Modelización numérica del cambio climático: bases científicas, Incertidumbres y proyecciones para la península ibérica. Numerical Modeling of Climate Change: Scientific basis, Uncertainties and Projections for the Iberian Peninsula. Dpto. de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación. Universidad de Cantabria y Instituto Nacional de Meteorología (INM), Santander, España. Consultado el 15 de Agosto del 2012 en <http://www.divulgameteo.es/uploads/Modelizaci%C3%B3n-numerica-CC.pdf>
- Gutiérrez, M. y Espinosa, T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. NOTAS TÉCNICAS # IDB-TN-144.
- Hirsch, T. y Lottje, C., (2009). El Cambio Climático y la Crisis Alimentaria. ¿Haciendo más profunda la Crisis Alimentaria? El cambio climático, la seguridad alimentaria y el derecho a la alimentación adecuada. Versión castellana. Diakonisches Werk der EKD e.V. para "Brot für die Welt" y Diakonie Katastrophenhilfe. Stuttgart, Alemania.
- Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. OMM/PNUMA. Consultado el 8 de Agosto del 2012 en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
- Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2001. Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. OMM/PNUMA.
- Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2000. Escenarios de Emisiones. Resumen para responsables de políticas. OMM/PNUMA.
- Krupa. S. 2012. "Afecta cambio climático productividad agrícola". Informador.com.mx. Consultado el 20 de Agosto del 2012 en <http://www.informador.com.mx/jalisco/2008/48044/6/afecta-cambio-climatico-productividad-agricola.htm>
- Lobos. V. (2008). Los países mas contaminantes. Calentamiento Global. Consultado el 24 de Agosto del 2012 en <http://globalwarming.wordpress.com/2008/06/14/los-paises-mas-contaminantes/>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), 2003. Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático. Managua, Nicaragua.
- Nelson, G.; Rosegrant, M.; Koo, J.; Robertson, R.; Sulser, T.; Zhu, T.; Ringler, C.; Msangi, S.; Palazzo, A.; Batka, M.; Magalhaes, M.; Valmonte-Santos, R.; Ewing, M. y Lee, D. (2009). Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington, D.C.



**DELOS**  
**Revista Desarrollo Local Sostenible**

- NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration). Earth Systems Research Laboratory. División de Observación Mundial. Consultado el 8 de Agosto del 2012 en <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Perez, W. (2012, 30 de Agosto). Bosawás rumbo a extinción. Diario La Prensa, Managua, Nicaragua.
- Perez, W. (2012, 31 de Agosto). Desechos generan alimentos. Diario La Prensa, Managua, Nicaragua.
- PNUD (s.d). Antecedentes: El cambio climático en la historia. Consultado el 05 de Agosto del 2012.  
[http://www.cambioclimaticopnud.org.bo/doc\\_pdf/Cambio%20Climatico/CC\\_en\\_la\\_historia.pdf](http://www.cambioclimaticopnud.org.bo/doc_pdf/Cambio%20Climatico/CC_en_la_historia.pdf)
- Ramírez, D; Ordaz, J.; Mora, J.; Acosta, A. y Serna, B. 2010. Nicaragua Efectos del cambio climático sobre la agricultura. CEPAL/CCAD/DFID.
- Stern, N.(2006). Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático. Resumen ejecutivo.
- Wikipedia (2012). Cambio Climático. Consultado el 10 de Agosto del 2012 en [http://es.wikipedia.org/wiki/Cambio\\_clim%C3%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico)
- Wikipedia (2012). Efecto invernadero. Consultado el 13 de Agosto del 2012 en [http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_invernadero](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero)
- Wikipedia (2012). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Consultado el 8 de Agosto del 2012 en [http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo\\_Intergubernamental\\_de\\_Expertos\\_sobre\\_el\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_Intergubernamental_de_Expertos_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico)