

# La problemática del cambio climático: algunos aspectos globales y el potencial impacto sobre la producción agropecuaria mundial

Gustavo Pittaluga<sup>1</sup>

## Introducción

El cambio del clima y la variabilidad climática pueden observarse históricamente sobre la base de estudios geológicos. Una edad de hielo sucedió hace aproximadamente 80000 años. Entonces las temperaturas medias globales llegaron a estar por debajo, en  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , de los valores medios presentes (WMO, 1994).

Buenos registros de datos climáticos para la mayoría de las regiones de la Tierra están disponibles aproximadamente a partir del año 1850, momento en el cual se comenzó a medir de forma sistemática las variables atmosféricas. Tomando en consideración esos valores observados, actualmente se detecta un calentamiento en las temperaturas globales. Hubo un enfriamiento relativo entre 1940 y 1970 en el hemisferio norte que no se observó en el sur. Pero desde 1976, la temperatura se ha ido incrementando rápidamente. Esos registros - desde 1850 hasta los años noventa - registran una tendencia ascendente de la temperatura media global en por lo menos  $+0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  en los últimos 100 años (WMO, 1994). La década del 90 fue la más caliente. El año 1998 registró las temperaturas más elevadas (IPCC a, 2001).

El clima y su variabilidad afectan a toda la economía, pero el sector agrícola tiene una mayor vulnerabilidad. La agricultura está bien adaptada a las condiciones medias climáticas de un lugar pero es sensible a la variabilidad climática, a los valores extremos y a los cambios en los valores medios. Este efecto varía, según el cultivo y el sistema de producción. Pero no solo impacta sobre la producción primaria de fibras y alimentos, también afecta al resto de la cadena agroalimentaria: a los proveedores de insumos, al almacenaje, a la distribución, etc.

<sup>1</sup> Alumno avanzado de la Licenciatura en Economía y Administración Agrarias.

Durante el periodo 1950 a 1970 los rendimientos de maíz en Estados Unidos crecieron de forma estable. Esto coincidió con un período también de relativa estabilidad de la temperatura media en ese país. Pero a partir de los mediados de 1970 la temperatura fue más variable y esta variabilidad fue también acompañada por los rendimientos observados en estos granos (WMO, 1997).

La actividad industrial y la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía desde la revolución industrial en adelante fue creciendo. Pero en las últimas décadas la emisión y concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) -metano, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, CFC, etc. - en la atmósfera se hizo más aguda. Asimismo son de importancia algunos procesos industriales, la extracción de hidrocarburos, los cambios en el uso del suelo (la quema de pastizales por ejemplo), el cultivo de arroz, el uso de fertilización nitrogenada, la cría de ganado, la deforestación. La atención se centra fundamentalmente en el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por tener este un peso aparente mayor en todo este proceso. La concentración de este gas se incrementó (IPCC a, 2001) de 280 ppm del período 1000 - 1750 a 368 ppm para el año 2000 (31 % de incremento).

Con esta modificación química de la atmósfera por acción mayormente antrópica y con el observado aumento de la temperatura comenzó a definirse el Calentamiento Global (CG). El CG se lo asocia a la concentración de los GEI por el efecto invernadero. La temperatura del planeta tendería a aumentar y esto dispararía un Cambio Climático (cambios en las temperaturas, en la distribución de lluvias, de eventos extremos - tormentas, sequías, inundaciones, olas de calor, entre otros) poniéndose en riesgo actividades humanas con una potencial repercusión en términos principalmente ecológicos y socioeconómicos.

El problema es de características únicas. Es global, de largo término (del presente a varias centurias por venir) y abarca complejas interacciones entre el clima, el ambiente, la economía, la política, las instituciones, lo social y los procesos tecnológicos. Puede tener implicancias internacionales e intergeneracionales.

En respuesta a esta situación de riesgo e incertidumbre la comunidad internacional decide estudiar el tema y se crea, en 1988, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) en el marco de los organismos especializados dependientes de Naciones Unidas. A través de este panel se comienza a estudiar la problemática, empleando la base científica existente. Se plantean estrategias de mitigación y los posibles mecanismos de adaptación.

El impacto del Cambio Climático sobre la agricultura en sus inicios, era analizado siguiendo la opinión de "expertos" en la temática. Desde mediados de 1970 se evolucionó a una forma de análisis más objetiva por medio de modelos matemáticos e informatizados (por ejemplo con modelos dinámicos multiregionales y modelos económicos multisectoriales) (USDA, 1995).

### Un modelo del Departamento de Agricultura de EEUU

El USDA (Departamento de Agricultura de EEUU) realizó una investigación utilizando un modelo FARM (Future Agricultural Resources Model) basado en un sistema de información geográfico y un modelo económico de equilibrio general. La investigación simula el potencial efecto de Cambio Climático en la productividad de la agricultura mundial; la respuesta a nivel del agricultor/productor al Cambio Climático - adoptando formas alternativas de producción y expandiendo (o abandonando) tierras agrícolas; provee una estimación cuantitativa del cambio en el uso del agua y la tierra ya que simula la competencia entre la agricultura y el resto de los sectores económicos.

Abarca 8 regiones del globo. El clima es definido en términos de valores medios mensuales de temperatura y precipitación. El suelo está también dividido en 6 clases según su aptitud agrícola. La metodología empleada asume que 1) cambios en el clima afectarán directamente los recursos suelo y agua, 2) cambios en los recursos suelo y agua afectarán a la economía. Se evalúa cuatro escenarios climáticos basados en la duplicación de la concentración de dióxido de carbono.

Los resultados obtenidos (USDA, 1995) señalan que:

- Puede correrse el margen geográfico de las zonas agrícolas pero no se vería afectado el nivel de la producción mundial de alimentos.
- Sin embargo, si el Cambio Climático es severo, la producción de bienes y servicios a escala mundial puede declinar.
- La producción mundial de trigo podría incrementarse en un 0.5 a un 3.3 %. Las cabezas de ganado también podrían incrementarse en un 0.7 a un 0.9%. La producción de alimentos procesados podría incrementarse en un 0.2 a 0.4 %.
- Los mecanismos de adaptación del agricultor/productor juegan un rol importante en mantener el nivel de producción y expandir la superficie agrícola.
- Los costos y beneficios del Cambio Climático no se darán de forma igualmente distribuida en el mundo. Regiones cercanas al círculo Ártico y zonas montañosas verían incrementada la disponibilidad de tierras para la agricultura. El calentamiento en los trópicos reduciría la disponibilidad de humedad en el suelo y por ende caería la productividad agrícola y forestal en esa región. En las latitudes medias los resultados esperados son mixtos.
- El PBI tiende a seguir el efecto del Cambio Climático. En regiones de latitudes altas - como Canadá - el PBI crece. En zonas tropicales - como ser en el Sudeste asiático - baja.
- El PBI mundial puede bajar si la expansión de la tierra agrícola es obstaculizada. En los 4 escenarios de Cambio Climático analizados el PBI mundial varía de -0.1% a +0.1%.
- El cambio en la frontera agrícola puede dar lugar a nuevas problemáticas ambientales y sociales.
- La disponibilidad de agua puede incrementarse a nivel mundial pero en ciertas regiones puede haber escasez como ser en Japón y Estados Unidos.
- La producción vegetal no relacionada con los granos (cereales y oleaginosas) podría declinar.
- Algunas comunidades agrícolas podrán verse obligadas a abandonar la actividad.
- En algunas zonas del globo el impacto del Cambio Climático es incierto. Cambian de dirección de un escenario a otro.

El estudio, sin embargo, indica que "debido a que existe el potencial de que la producción mundial puede decrecer" cierta mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero es deseable (USDA, 1995). El modelo en cuestión no considera el efecto de la concentración de dióxido de carbono en el crecimiento de los vegetales.

## Impacto regional según el IPCC

El panel intergubernamental elaboró un informe donde se determinó y revisó la sensibilidad, la posible adaptabilidad y la vulnerabilidad de los ecosistemas y los sectores sociales y económicos en todas las regiones del globo. El estudio se basó principalmente en la utilización de modelos de circulación general de la atmósfera en relación con los sectores económicos. Los autores del estudio posteriormente se reunieron con otros expertos en sucesivos encuentros durante el año 1997 en diferentes ciudades del globo, abarcando todos los continentes, de manera de refinar el estudio.

Los resultados obtenidos reflejan los siguientes aspectos significativos - no se pretende abarcarlos todos - por regiones, daños potenciales o situaciones actuales recurrentes:

### ÁFRICA

#### Aspectos generales

El continente está caracterizado por muchos regímenes climáticos: tropical húmedo, tropical seco y climas húmedos y secos. Muchos de sus países están expuestos a sequías recurrentes, algunos de estas se asocian al fenómeno El Niño.

El deterioro en los términos de intercambio comercial, políticas inapropiadas, altas tasas de crecimiento de la población y la falta de inversiones se acoplan con un clima altamente variable. En ese contexto resulta muy difícil para muchos países reducir la presión sobre los recursos naturales. El incremento de la temperatura media en más de +1 C podría causar cambios significativos en algunas áreas (selvas, rangeland y en la distribución de especies).

De incrementarse las precipitaciones, como lo proyectan algunos modelos de circulación climática ciertas áreas marginales podrán resultar más productivas. Aunque para otras zonas - Sahel y sur de Africa- se proyecta una reducción de las lluvias. En la actualidad 19 países sufren la falta de agua. El número de países con esa situación es posible que se incremente, aún sin efecto del Cambio Climático.

Fenómenos extremos climáticos (inundaciones, vientos intensos, sequías, entre otros) podrán forzar a poblaciones marginales a migrar a áreas urbanas. Al mismo tiempo, por efecto del aumento de la temperatura, es esperable un incremento de enfermedades: fiebre amarilla, malaria, dengue, entre otros.

Las opciones adaptativas que se cuenta son: un control de la deforestación, mejorar el manejo productivo y el aumento de las reservas naturales.

#### Aspectos particulares para el sector agrícola

Salvo para los países que exportan petróleo, la agricultura constituye la principal fuente de riqueza. En la mayoría de los países de Africa el sector contribuye con 20 a un 30% del PBI. Asimismo representa un 55% de las exportaciones de este continente.

Un incremento de las sequías podría dañar seriamente la disponibilidad de alimentos. Un aumento de la temperatura invernal afectará negativamente la producción de trigo y frutos que requieren horas de frío. En las zonas subtropicales, inviernos más cálidos reducirán el potencial daño por heladas.

Una considerable parte del delta del Nilo podrá verse afectada por una combinación de inundaciones y erosión con las consecuentes pérdidas para la agricultura local. (IPCC, 1997)

## ÁRTICO Y ANTÁRTIDA

### Aspectos generales

El Ártico es extremadamente vulnerable al proyectado Cambio Climático. Cambios físicos, ecológicos, sociológicos y económicos ya se observan en esta región de la Tierra. La Antártida es esperada que responda más lentamente.

Biológicamente se estima que se incremente la producción pero con diferentes especies a las típicas de la región. Posiblemente muchos ecosistemas migren hacia los polos. El cambio en estas regiones de la tierra se transmitirá, en la medida que se derritan los hielos de la criosfera, al resto del planeta a través del incremento del nivel medio del mar. Económicamente podrá representar una ventaja la navegación al haber menos hielos y por medio de una reducción en los costos para calefacción. Se verá facilitado el acceso del turismo.

Parte del Ártico y de la Antártida se han calentado en la última mitad de la centuria. Las precipitaciones parecen haberse incrementado. La agricultura en la zona ártica se moverá hacia el norte. (IPCC, 1997)

## AUSTRALASIA (AUSTRALIA, NUEVA ZELANDA E ISLAS ADYACENTES)

### Aspectos generales

La región se ve influida por los océanos que la circundan. Los aspectos claves climáticos incluyen: ciclones tropicales y los monzones en el norte de Australia, depresiones migratorias en el sur - incluyendo Nueva Zelandia. El fenómeno El Niño causa inundaciones y sequías - especialmente en el este de Australia. La región en su conjunto registra un aumento de la temperatura en +0.1 C por década en la última centuria. El nivel medio del mar registró un cambio en aproximadamente 20 mm/década en los últimos 50 años.

Escenarios de cambios climáticos proyectan un incremento para la temperatura (hacia el 2030) de +0.3 a +1.4 C y en las precipitaciones de menos 10%. Los cambios proyectados para 2070 son el doble de los de 2030. Algunos de sus ecosistemas se verán afectados significativamente por el Cambio Climático. Se espera un mayor riesgo para la salud humana por posibles olas de calor y por un incremento de las enfermedades (como ser el dengue). Las poblaciones indígenas estarán más expuestas a condiciones de riesgo. Se espera una mayor frecuencia y magnitud de los desastres naturales (incendios, inundaciones). Las zonas secas de Australia se verán afectadas por una mayor escasez de agua.

### Aspectos particulares para el sector agrícola

Los impactos esperados para el sector son altos: cambios en la fertilidad del suelo, migración de las zonas aptas para cultivos. Se espera un incremento en el desempeño de granos y pasturas por efecto del aumento del CO<sub>2</sub> pero esto se vería erosionado por el impacto de la temperatura. Ya en las latitudes cálidas de Australia algunos granos están cerca de la máxima temperatura tolerable. La

región estaría bien adaptada para enfrentar el Cambio Climático a través de una variedad de factores naturales y de mercado, junto con manejos diversificados y predicciones climáticas. Pero para un horizonte temporal mayor la vulnerabilidad se incrementaría. (IPCC, 1997)

## EUROPA

### Aspectos generales

Los modelos climáticos prevén un incremento de la temperatura media, especialmente en la zona norte de Europa. Los cambios de la precipitación serían más inciertos, pero se podría esperar un régimen más húmedo en el norte y más seco en el sur.

Un cambio en el clima podrá afectar a zonas que ya en el presente tienen limitaciones en la disponibilidad de agua (Zona Mediterránea, Alpes, centro y este). Se espera un mayor número de olas de calor y el incremento de enfermedades infecciosas. El riesgo de olas de frío se vería reducido.

### Aspectos particulares para el sector agrícola

Las zonas agrícolas se verán redistribuidas. El uso de agua, fertilizantes, herbicidas y pesticidas acompañarán este cambio. Se incrementará el conflicto por el uso del agua entre su uso para irrigación y para consumo doméstico en el sur del continente.

La modificación potencial de la producción se trasladará de una forma compleja sobre los ingresos de los agricultores y los precios de los alimentos. El resultado final dependerá de factores como el tecnológico, la adaptación de los agricultores, de la situación del resto de los mercados mundiales y de las políticas agrícolas. (IPCC, 1997)

## LATINOAMÉRICA

### Aspectos generales

La región registra un incremento de la temperatura en la última centuria, en particular en latitudes medias y altas. Se observan también cambios en las precipitaciones. Modificaciones en el clima tendrán efectos positivos y negativos, como sucede actualmente con el fenómeno de El Niño. El continente tiene una gran variedad de climas, desde climas húmedos tropicales a climas muy desérticos. En el continente existe el 27% de selvas (sobre el total global), estos ecosistemas se verán afectados por el proyectado Cambio Climático. La frecuencia de los eventos extremos es posible que se incremente.

Los glaciares están actualmente derritiéndose en Venezuela y Perú. Los glaciares de la Patagonia posiblemente continuarán existiendo para el siglo XXII. Aproximadamente el 33% del agua continental del mundo se encuentra en Latinoamérica. Pero su distribución es variable geográficamente. El impacto del Cambio Climático dependerá de la disponibilidad de agua: zonas de Perú y México se verán en particular afectadas por la falta de agua, fenómeno que se acoplará a la presión de la población en crecimiento.

Focos de enfermedades se desplazarán hacia el sur (malaria, dengue, Chagas).

### Aspectos particulares para el sector agrícola

Las tierras agrícolas ocupan un 19% de la superficie total del continente (se excluyen las pasturas). El sector contribuye al PBI en un 10%, aunque hay segmentos importantes de la población ubicados en zonas rurales. Estudios basados en modelos climáticos y de granos principales proyectan una disminución en el rendimiento medio para esta región. (IPCC, 1997)

### ASIA ÁRIDA Y SEMIÁRIDA

#### Aspectos generales

La región cubre 21 países. La temperatura anual, durante el periodo 1900-1996 no muestra cambios en el medio este, pero sí en el centro de Asia, con un incremento de +1 a +2 C /centuria. No hay un valor discernible para la precipitación. Sin embargo para la península Arábiga hubo un incremento de un 200%, aunque la precipitación total anual es baja (<200 mm/año).

Los glaciares - en zonas montañosas - se verán afectados. La falta de agua - un problema actual - se verá incrementado. El incremento de enfermedades es probable (dengue, malaria).

#### Aspectos particulares para el sector agrícola

Muchas partes de esta región del globo son el centro de origen de especies de granos y árboles frutales de importancia central en la canasta mundial de alimentos. Es una fuente genética de las especies cercanas. No hay muchos estudios hechos sobre el efecto posible del clima y la pérdida de la biodiversidad en la zona. De todas formas actualmente es la acción humana la que está generando una pérdida de la misma.

Suelos erosionados y limitaciones de agua ya frenan la productividad agrícola. Podrá lograrse una mayor seguridad alimentaria si se implantan sistemas de manejo flexibles que respondan a la disponibilidad de agua del momento.

Las proyecciones señalan que se incrementará la temperatura en +1 a +2 para 2030 - 2050 y así habrá un aumento en la evapotranspiración. Se espera que el impacto sea mayor en las zonas semiáridas que áridas. Es improbable que mejoren las condiciones de humedad en el suelo en la próxima centuria aun con los pequeños aumentos de la precipitación previstos. (IPCC, 1997)

### AMÉRICA DEL NORTE

#### Aspectos generales

Se esperan que el Cambio Climático impacte en este continente de forma variada. Virtualmente todos los sectores son en algún grado vulnerables. Un mayor número de inundaciones y sequías posiblemente resulten en un incremento de la erosión y afecten la calidad del agua de los ríos naturales.

Se estima que aumentará el riesgo de daños a la vida humana y a la propiedad por un incremento de los fenómenos meteorológicos severos, incendios y derrumbes en zonas de montaña. Se prevé un incremento de problemas relacionados con la salud como ser un aumento de las enfermedades infecciosas.

### Aspectos particulares para el sector agrícola

La frontera agrícola migraría hacia el norte. Cambios en la variabilidad diaria e interanual de la temperatura afectarán los rendimientos de los granos. De todas formas las proyecciones para la producción de algodón, soja y trigo indican que habría un incremento de un 30% (rango de -10% a +80% según los escenarios climáticos estudiados con una duplicación del CO<sub>2</sub>). Inviernos menos severos incrementarán las chances de ataques de insectos y de enfermedades.

Algunos bosques pueden desaparecer o declinar su densidad. Estudios basados en modelos de simulación sugieren que el potencial del área total podría incrementarse en un 25 a 44%. Aunque la migración de especies hacia zonas más frescas se vería limitado por barreras naturales para que las semillas se dispersen. Se prevén mayores incendios forestales. (IPCC, 1997)

### ASIA TEMPLADA

#### Aspectos generales

La región abarca desde los 18 N de latitud hasta el círculo Ártico. Incluye una región afectada por los monzones, una región interna árida y semiárida y Siberia.

Los monzones son la fuente fundamental que alimentan el ciclo hidrológico de parte de la región, especialmente en China (en el verano). Estos sistemas explican el 70% de las precipitaciones anuales para esa zona. La frecuencia de tifones varía entre de año en año y se diferencian entre años El Niño y no Niño. La temperatura media se incrementó en +1 C, lo cual se hizo más evidente a partir de 1970, subregionalmente se observa un incremento en +2 a +4 C en el este y nordeste de la región. Se espera que la precipitación aumente de forma muy marginal.

El impacto esperado de un Cambio Climático incluye un cambio en la distribución y en la productividad de los bosques. Es posible que para el 2050 un cuarto de los glaciares ubicados en las montañas desaparezcan. Un aspecto crítico podrá ser la modificación que sufran los monzones, junto con cambios en el fenómeno de El Niño.

El incremento de la temperatura y las posibles olas de calor afectarán a las personas. Los distritos industriales japoneses se verían afectados por el aumento en el nivel medio del mar.

#### Aspectos particulares para el sector agrícola

Los modelos climáticos y su relación con los rendimientos varían en un amplio rango. Es posible un impacto negativo en el cultivo de arroz. Para China y para diferentes escenarios climáticos, hacia el 2050 se proyecta una posible modificación del rendimiento de entre -78% a +15% para el arroz, -21% a +55% para trigo y un -19% a +5% para maíz. La magnitud y efecto de la fertilización por el CO<sub>2</sub> es incierta.

Será dificultoso mantener ciertos cultivos en algunas zonas producto del aumento de la temperatura. (IPCC, 1997)



## ASIA TROPICAL

### Aspectos generales

Abarca 16 países. Su clima está caracterizado por los monzones y por la ocurrencia de ciclones tropicales. Durante los últimos 100 años la temperatura media de la región se incrementó en un rango de +0.3 a + 0.8 C. Sobre la precipitación no es discernible una tendencia clara. Similarmente, en los últimos 100 años no se registra una variación sustancial en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales.

Con el Cambio Climático se espera que se modifique los ecosistemas. En las cadenas montañosas se estima que se reducirán los glaciares con una consecuente disminución de los caudales en los ríos. El incremento de la demanda de agua por parte de una población en crecimiento acentuará la vulnerabilidad.

En esta región también se espera un incremento del dengue y de otras enfermedades.

### Aspectos particulares para el sector agrícola

Se espera que el Cambio Climático afecte los rendimientos, la producción, el almacenamiento y la distribución de granos. El efecto neto para la región es incierto debido a diferencias en el tipo de manejo, al tipo de variedades sembradas y a que son distintas las estaciones de crecimiento de los cultivos de zona a zona. Los sectores campesinos, que dependen llevan a cabo una agricultura tradicional, estarán más expuestos. (IPCC, 1997)

## Otros estudios más recientes y la situación climática

La Tierra registra un cambio en su temperatura desde la era pre-industrial. Parte al menos de este cambio es atribuible a las actividades humanas. En los últimos 50 años las evidencias debidas al efecto antrópico son aún mayores. Cambios registrados en el nivel medio del mar, de la cobertura de nieve y en las precipitaciones son consistentes con el calentamiento global. (IPCC a, 2001)

Estudios, llevados a cabo en el 2001 y bajo la órbita de la IPCC, estimaron que la agricultura enfrentará nuevos desafíos en las próximas décadas. Si el calentamiento global es menor, hasta un aumento de la temperatura media global en + 2.5 C (IPCC c, 2001 y IPCC, 1997) no se espera una disminución significativa de la producción total de alimentos. Si es mayor de + 2.5 C podría verse reducida la disponibilidad de alimentos a escala mundial.

Una eventual no acción (si no se implementan políticas de intervención sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>) llevaría inicialmente, hacia el año 2025 a una situación relativamente normal - y hasta mejor en las latitudes medias por efecto de fertilización debido a mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>- pero negativas en las regiones tropicales y subtropicales (IPCC a, 2001). Los daños por helada se verían reducidas.

Para el 2050 las perspectivas serían ya no tan buenas para las latitudes medias. La situación en las regiones tropicales y subtropicales empeorarían aún más. Los ingresos de los agricultores en las regiones más postergadas se verían afectados.

Para dentro de 100 años las proyecciones ya indicarían una reducción generalizada de las cosechas con un aumento de precios de los granos. (IPCC a, 2001)

Impactos proyectados debido al Cambio Climático si no se implementan políticas de intervención			
Año	2025	2050	2100
Concentración de CO <sub>2</sub>	405–460 ppm	445–640 ppm	540–970 ppm
Cambio de la temperatura media mundial desde el año 1990	0.4–1.1°C	0.8–2.6°C	1.4–5.8°C
Efectos en la agricultura			
Rendimiento medio de las cosechas	Aumento del rendimiento de la cosecha de cereales en muchas regiones en latitudes medias y altas ( <i>confianza entre baja y media</i> ). Disminución del rendimiento de la cosecha de cereales en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales ( <i>confianza entre baja y media</i> ).	Efectos mixtos en el rendimiento de la cosecha de cereales en regiones de latitudes medias. Disminución más acentuada del rendimiento de la cosecha de cereales en regiones tropicales y subtropicales ( <i>confianza entre baja y media</i> ).	Reducción generalizada del rendimiento de la cosecha de cereales en la mayoría de las regiones en latitudes medias, tras un calentamiento superior a unos pocos °C ( <i>confianza entre baja y media</i> ).
Temperaturas bajas y altas extremas	Reducción de los daños por heladas en algunos cultivos ( <i>confianza alta</i> ). Aumento de los problemas por el calor en algunos cultivos ( <i>confianza alta</i> ). Aumento de los problemas por el calor en el ganado ( <i>confianza alta</i> ).	Aumento de los efectos de los cambios en temperaturas extremas ( <i>confianza alta</i> ).	Aumento de los efectos de los cambios en temperaturas extremas ( <i>confianza alta</i> ).
Ingresos y precios		Disminución de los ingresos de los agricultores pobres en países en desarrollo ( <i>confianza entre baja y media</i> ).	Aumento de los precios de los alimentos en comparación con las proyecciones que excluyen el Cambio Climático ( <i>confianza entre baja y media</i> ).

Si bien se trata de proyecciones y muchas de estas tienen un nivel de confianza entre medio a bajo es una simulación de lo que podría llegar a suceder si la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera continúa aumentando. Asimismo estas proyecciones consideran las prácticas agrícolas actuales, teniendo en cuenta (en la mayoría de los casos) las adaptaciones basadas en el uso de tecnologías existentes.

Hay análisis divergentes e insuficiente cantidad de datos respecto a determinar si hubo o no una modificación en la frecuencia e intensidad en los ciclones tropicales y extra tropicales y de las tormentas en las latitudes medias. Algunos cambios observados en ciertas regiones pueden ser atribuidos a la variación natural del clima y no a la influencia humana. (IPCC a, 2001)

No se cuenta ni se desarrollaron estudios precisos sobre fenómenos de escala menor como ser tornados, granizo, rayos y su posible modificación frente al Cambio Climático (IPCC a, 2001).

El incremento de los costos socioeconómicos relacionados con eventos extremos meteorológicos y a la variación del clima sugiere un incremento a la vulnerabilidad relacionada con el Cambio Climático. Pero al mismo tiempo esto no es fácil de determinar y cuantificar debido a cambios socioeconómicos del tipo demográfico y al cambio en el uso de la tierra (IPCC a, 2001).

A escala agregada se estima que, a causa del Cambio Climático, el PBI se vería afectado negativamente en los países en desarrollo. Para los países desarrollados tendrán un efecto mixto.

Los sistemas naturales y humanos demostraron tener capacidad para enfrentar con éxito un rango de variabilidad climática en el cual el riesgo de daño es relativamente pequeño y las posibilidades de recuperación son altas. De todas maneras una modificación de la frecuencia e intensidad fueran de los rangos conocidos e históricos pueden causar daños severos, una recuperación incompleta o que colapse el sistema. (IPCC a, 2001)

El cambio en el clima podría inducir un abrupto cambio o/y un cambio no lineal en muchos ecosistemas (IPCC a, 2001). Esto afectaría su funcionamiento, la biodiversidad y la productividad. A mayor magnitud y tasa de cambio, más grande el riesgo de impactos adversos. Por ejemplo: un incremento de la temperatura más allá de un umbral - que varía según el cultivo y la variedad - puede afectar a algunas fases fenológicas de un cultivo y así el rendimiento final.

### **Discusión y conclusión**

La inercia es una característica inherente a los sistemas climáticos, ecológicos y socioeconómicos. Algunos impactos del Cambio Climático pueden ser lentos en apariencia y otros pueden ser irreversibles si no se limita la causa a tiempo. La estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> no llevará a una inmediata reducción en el aumento de las temperaturas ni a reducir el aumento registrado en la altura media del mar. Algunos de los cambios ocurridos podrían ser irreversibles. (IPCC a, 2001)

En la historia existen testimonios de crisis ecológicas irreversibles. Los sumerios, en las tierras áridas de la antigua Mesopotamia, como los mayas, en la selva tropical centroamericana, sacrificaron sus ecosistemas en búsqueda de una productividad agrícola mayor. El costo fue muy alto y terminaron con el colapso de esas civilizaciones. (Viglizzo E, 2001)

Ejemplos más recientes de catástrofes agroecológicas se dieron en la década de 1930. En Argentina y Estados Unidos se produjeron las llamadas crisis de polvo. Estas fueron causadas por una intensa erosión del suelo por mala labranza, prolongadas sequías e intensos vientos (Viglizzo E , 2001). Se perdieron cosechas y la mortandad de ganado fue grande.

¿Está la humanidad en una situación que se podría asemejar a estos casos históricos pero a escala global? ¿Y a cual de ellos se asemejaría? ¿Es algo para minimizar? ¿O es un problema de alto riesgo?

Se han verificado progresos técnicos desde 1995. Reducciones netas pueden ser logradas por medio de un portafolio de tecnologías (IPCC b, 2001). Pero los aspectos ambientales locales, regionales y globales se encuentran fuertemente relacionados. La discusión transita en la dirección del desarrollo sustentable.

La inercia de la humanidad - a diferencia de los sistemas climáticos, ecológicos y socioeconómicos - no es completamente rígida. Puede cambiar según las políticas y según la suma de las elecciones individuales. La capacidad de implementar políticas depende de interacciones entre la estructura social y la económica, los valores, las instituciones, las tecnologías y las infraestructuras existentes. La meta sería encontrar márgenes seguros para establecer estrategias, objetivos y metas temporales para evitar niveles peligrosos de interferencia humana sobre el sistema climático. (IPCC a, 2001). Las negociaciones y la planificación del nivel de emisiones - y su reducción - bajo el protocolo de Kyoto es la reacción de las naciones para enfrentar el Cambio Climático.

Es un tema complejo ya que la búsqueda de soluciones y la toma de decisiones se da bajo cierto grado de incerteza y riesgo, incluyendo la posibilidad de respuestas no lineales y/o cambios irreversibles. El dilema se encuentra en ubicar un punto medio entre adoptar medidas insuficientes o adoptar medidas excesivas. Esto implica una cuidadosa consideración de las consecuencias (ambientales y económicas), su probabilidad y la actitud de la sociedad global hacia el riesgo. En todo caso - como lo señala documentación de Naciones Unidas (IPCC b, 2001) la cuestión a responder no es "cual es el mejor curso de acción para los próximos 100 años" sino "cual es, en el breve término, el mejor curso de acción dado el esperado Cambio Climático a largo plazo con su incerteza asociada".

## NOTAS

### Bibliografía citada y consultada

- WMO, 1994, Climate variability, agriculture and forestry, TN 196, Geneva, Switzerland, Cagm-IX Working Group. Word Meteorological Organization, pp 152
- USDA, 1995, World Agriculture and Climate Change: Economic Adaptations (AER-703), Roy Darwin, Marinos Tsigas, Jan Lewandrowski, Anton Ranases, United States Department of Agriculture, Washington, DC , 98 pp.
- IPCC, 1997, The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working group II, R.T.Watson, M.C.Zinyowera, R.H.Moss (Eds) Cambridge University Press, UK. pp 517
- WMO, 1997, Climate variability, agriculture and forestry: un update. TN 199 , Geneva, Switzerland, M J Salinger, R Dejardins, M B Jones, M Sivakumar, N Strommen, S Veerasamy, Wu Lianhai. Word Meteorological Organization, pp 51.
- Viglizzo E , 2001, La trampa de Malthus - agricultura, competitividad y medio ambiente en el

siglo XXI, Buenos Aires, Eudeba, 187 pp.

- IPCC a, 2001, Climate Change 2001: Synthesis Report, Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.), Geneva, Switzerland, pp. 184
- IPCC b, 2001, Climate Change 2001: Mitigation Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Bert Metz, Ogunlade Davidson, Rob Swart and Jiahua Pan (Eds.), Cambridge University Press, UK. pp 700
- IPCC c, 2001, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) James J. McCarthy, Osvaldo F. Canziani, Neil A. Leary, David J. Dokken and Kasey S. White (Eds.) Cambridge University Press, UK. pp 1000.
- Ricklefs R, 2001, Invitación a la Ecología - La economía de la naturaleza, Madrid, España, Editorial Panamericana, 692 pp
- IPCC, 2002, INFORMATION KIT, Climate Change based on the IPCC, Climate Change: 2001 assessment report and current activities under the UN Framework Convention on Climate Change. Published by the United Nations, Environment Programme and the Climate Change Secretariat (UNFCCC) and sponsored by UNEP, the UN Development Programme, the UN Department of Economic and Social Affairs, the UN Institute for Training and Research, the World Meteorological Organization, the World Health Organization, and the UNFCCC. Edited by Michael Williams, pp 64

#### Revistas - artículos

- Mercalli I., 1997, Effetto serra e riscaldamento globale: conoscenze attuali, strategie future, Torino, Italia, Nimbus, SMS, p. 17:43.
- Giradin I., 1998, Introducción a los aspectos económicos involucrados en el cambio climático, Buenos Aires Suplemento de derecho ambiental, año V, n. 5. 2 pp.