

Cambio climático local: la Región del Bío Bío en Chile en contexto global¹

RESUMEN

El cambio climático representa el síntoma más visible de la crisis ambiental, de estilo de desarrollo y de sentido profundo que vive el planeta. Los impactos de los eventos extremos que acompañan al cambio climático se hacen sentir más fuerte en los países menos desarrollados, con mayores niveles de pobreza y vulnerabilidad ambiental, como es el caso de África, Asia y América Latina. El presente trabajo se ocupa del impacto del cambio climático a nivel local, considerando interrelaciones históricas entre ecosistemas y poblados humanos. Se busca correlacionar percepciones y prácticas sociales de comunidades locales con escenarios futuros probables del desarrollo de la Región del Bío Bío, proyectados mediante modelación socio climática.

PALABRAS-CLAVES: Cambio Climático, Sociedad, Vulnerabilidad, Adaptación.

ABSTRACT

Climate Change is the most representative symptom of the current environmental crisis due to our development model and the deep sense that our planet is living. The impacts of the extreme events which go along with Climate Change are strongly suffered in the less developed countries, with higher poverty level and environmental vulnerability, as the case of Africa, Asia and Latin America. The present work deals with the local impacts of Climate Change, taking into account historical relationships between ecosystems and human settlements. It is searched to correlate perceptions and social practices of local communities with probable Bio Bio Region development future scenarios, projected through socio climate modeling.

KEYWORDS: Climate Change, Society, Vulnerability, Adaptation.

Jorge Rojas Hernández

Dr. en Sociología, Universidad de Hannover, Alemania. Profesor Titular del Departamento de Sociología y Antropología, decano Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción, Chile. Director del Proyecto CONICYT SOC - 28: "Impactos sociales y ambientales del Cambio Climático Global en la Región del Bío Bío: Desafíos para la sostenibilidad del siglo XXI, 2009-2011". E-mail: jrojas@udec.cl

Oscar Parra Barrientos

Dr. rec. nat. Universidad Libre de Berlín, Alemania. Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas y del Centro de Ciencias Ambientales EULA. Director del Centro de Ciencias Ambientales, EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

¹ Conferencia dictada en Simpósio Internacional de Mudanças Climáticas e Pobreza na América do Sul São Paulo Brasil 30 agosto - 3 septiembre 2010. Proyecto CONICYT SOC - 28: "Impactos sociales y ambientales del Cambio Climático Global en la Región del Bío Bío: Desafíos para la sostenibilidad del siglo XXI, 2009-2011" (Director del Proyecto).

CAMBIO CLIMÁTICO INEQUÍVOCO

El cambio climático global representa uno de los problemas fundamentales que afecta - y seguirá lamentablemente afectando - gravemente al planeta y sus diversas regiones, incluida América Latina. Es la consecuencia del modelo desarrollo seguido por los países más desarrollados e imitado por el resto, a partir de la era industrial hasta nuestros días. Los estudios científicos han dado cuenta de este fenómeno antrópico, publicando datos precisos sobre sus causas y escenarios futuros. En efecto, el Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), sostiene en su Informe emitido a comienzos de febrero 2007 que el calentamiento de la Tierra es irreversible debido a las emisiones de gases de efecto invernadero en la era industrial, y como consecuencia de la acción humana las temperaturas en este siglo subirán entre 1,8 y 4 grados. El Informe sostiene en síntesis que:

- Los efectos del calentamiento global en el planeta serán incontrolables si de aquí a 10 años los humanos no consiguen reducir las emisiones de gases causantes del efecto invernadero.

- La información, indica que de no mediar acciones concretas en el corto plazo vastas zonas costeras del planeta quedarán inhabitables producto del aumento del nivel del mar, y que el alza de temperatura global provocará mayor incidencia de eventos climáticos extremos, como sequías y huracanes.

Entre sus principales conclusiones el Informe sostiene que: i) El calentamiento Global es inequívoco; ii) La temperatura ha subido 0,74^o C en el último siglo; iii) Del 20 al 30% de todas las especies de plantas y animales enfrentan el riesgo de extinción si las temperaturas aumentan apenas en 1,5^o C; iv) Que la actividad humana es en gran parte responsable por el calentamiento; Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero se han elevado en un 70% entre 1970 y 2004; v) El cambio climático afectará a todos los países pero con más intensidad a los pobres; vi) En el 2020 entre 75 y 250 millones de personas en África les faltará agua; vii) Aumentarán las condiciones climáticas extremas; viii) El ascenso del nivel

del mar es inevitable. Entre 1961 y 1993 la tasa de aumento promedio del nivel del mar subió de 1,8 mm/año a 3,1 mm/año (IPCC, Noviembre 2007).

El Gobierno británico encargó al economista Stern realizar un estudio científico sobre los impactos económicos del cambio climático. La rigurosidad del estudio lo sitúa como un trabajo altamente considerado por especialistas, gobiernos e instituciones internacionales:

"El nivel actual de gases invernadero en la atmósfera equivale a unas 430 partes por millón (ppm) de CO², en comparación con 280 ppm solamente con anterioridad a la Revolución Industrial. Estas concentraciones han llevado ya a un calentamiento del planeta de más de medio grado Celsius y resultará en otro medio grado de calentamiento durante las próximas décadas, como resultado de la inercia en el sistema climático"

"Aún en el caso de que el ritmo anual de las emisiones no aumentara por encima de su índice actual, el nivel de gases invernadero en la atmósfera alcanzaría el doble de su nivel preindustrial (550 ppm CO² e) para el año 2050, para seguir aumentando, a continuación. Lamentablemente, el ritmo anual de las emisiones se está acelerando, a medida que las economías en rápido crecimiento invierten en infraestructura alta en carbono y la demanda energética y de transporte va incrementándose en todo el mundo, siendo posible que se alcance un nivel de 550 ppm CO² para el 2035" (STERN, 2007).

En este mismo sentido, el PNUD, apoyándose en simulaciones realizadas por el Instituto de Potsdam (Alemania) para la Investigación de las Consecuencias del Cambio Climático (Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK), propone no exceder el umbral del incremento de los 2°C

de temperatura. Más allá de este límite el planeta entraría a una zona de "cambio climático peligroso", por lo que sería conveniente estabilizar las emisiones de CO² en 450 ppm. Con valores de acumulación de gases de efecto invernadero de 550 ppm de CO², la probabilidad de exceder el umbral de 2°C aumenta en un 80%, con "gran riesgo para el futuro del planeta y las perspectivas de desarrollo humano en el siglo XXI. De hecho, la probabilidad de exceder los 3°C sería de uno a tres" (PNUD. IDH 2007-2008, 2009: 46).

EMISIONES GLOBALES ASIMÉTRICAS

Las contribuciones en emisiones a nivel global son bastante asimétricas e inequitativas. Los países desarrollados que integran la OECD, - países de desarrollo humano alto - consumen gran cantidad de energía fósil, contribuyendo fuertemente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Mientras que los países en desarrollo y pobres, contribuyen con emisiones reducidas, pero reciben los impactos sociales y ambientales más violentos y desastrosos, como lo demuestran los efectos de múltiples catástrofes, ocurridas en los últimos años en el mundo.

Sin embargo, China, India, Rusia y otros países emergentes han incrementado últimamente de manera significativa sus emisiones de CO², debido a una fuerte actividad económica. En el año 2004, el balance de las emisiones era el siguiente: EEUU contribuía con un 20,9% de las emisiones de dióxido de carbono del total mundial (1990: 21,2%); Alemania 2,8 % (1990: 4,3%); Reino Unido, 2,0% (1990: 2,6%); Francia, 1,3% (1990: 1,6%); Federación Rusa, 5,3 % (1990: 8,8%); Japón, 4,3 % (1990: 4,7%); China, 17,3 % (1990: 10,6%); India, 4,6% (1990: 3,0%); Canadá, 2,2 % (1990: 1,8%); Sudáfrica, 1,5% (1990: 1,5%); República de Corea, 1,6% (1990: 1,1%); Argentina, 0,5% (1990: 0,5%); Chile, 0,2 (1990: 0,2%); Venezuela, 0,6% (1990: 0,5%); Brasil, 1,1% (1990: 0,9%); México, 1,5% (1990: 1,8%); Perú, 0,1% (1990: 0,1%); Cuba, 0,1% (1990: 0,1%); Columbia, 0,2% (1990: 0,3%), Costa Rica, 0,0 (1990: 0,0); América Latina y el Caribe, 4,9% (1990, 4,8%); OECD, 46% (1990, 49,4%) (PNUD,

2009: 312 - 315).

La discusión y acuerdos internacionales sobre reducción de emisiones no logran aun frenar de manera significativa la acumulación progresiva y amenazante de gases de efecto invernadero. En efecto, el Protocolo internacional de Kioto, firmado en noviembre de 1997 en la ciudad del mismo nombre, que buscaba reducir al finalizar el año 2012, al menos en un 5% las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global (en comparación con las emisiones de 1990), resulta infructuoso o simplemente no se cumplen. En Copenhague no se avanzó, como se esperaba. Los grandes emisores, como Estados Unidos y algunos países emergentes, no están dispuestos a cambiar sus políticas depredadoras.

Para frenar en parte el avance del cambio climático resulta indispensable reducir la huella de carbono de los productos provenientes de la industria, los servicios y la actividad humana. Ello pasa por acuerdos internacionales que sean realmente vinculantes para todos, especialmente para los grandes responsables de emisiones.

EL CAMBIO CLIMÁTICO IMPACTA LOS ECOSISTEMAS Y EL DESARROLLO HUMANO

El calentamiento global es un fenómeno global, planetario, pero sus impactos son locales. Impacta al mismo tiempo la naturaleza y la vida humana, partiendo de la base de sus acoplamientos e interacciones. Por una parte, impacta las condiciones y capacidades productivas del suelo, la disponibilidad de recursos naturales y el funcionamiento normal de los ecosistemas. Y por otra parte, impacta el desenvolvimiento normal de la vida productiva y social. Amenaza la sobrevivencia futura de la vida natural y social.

El Informe del PNUD de 2009, identifica cinco factores que gatillan el deterioro del progreso humano (PNUD, 2009: 27 - 30).

Menor productividad agrícola

Alrededor de tres cuartas partes de

la población mundial que viven con menos de US\$1 diario, dependen directamente de la agricultura. Los escenarios de cambio climático señalan grandes pérdidas en productividad para los cultivos básicos como consecuencia de sequías y disminución de precipitaciones en partes de África Subsahariana y de Asia Meridional. También afectará a regiones de América Latina.

Mayor inseguridad de agua

En el caso de superar el umbral de los 2°C cambiaría de manera sustancial la disponibilidad y distribución de los recursos hídricos del mundo. El derretimiento acelerado en los montes Himalaya causará graves problemas ecológicos en el norte de China, India y Pakistán: se acrecentarán las inundaciones para luego reducir el flujo de agua hacia los principales sistemas fluviales vitales para el riego, afectando la actividad agrícola. En América Latina, el derretimiento acelerado de los glaciares tropicales amenazarán las fuentes de agua de las poblaciones urbanas, la agricultura y la producción hidroeléctrica, especialmente en la región andina. Hacia 2080, el cambio climático podría aumentar la cantidad de personas con escasez de agua en unos 1.800 millones en el mundo.

Mayor exposición a inundaciones costeras y condiciones climáticas extremas.

El IPCC pronostica un aumento de los acontecimientos climáticos extremos. Las sequías y las inundaciones ya son los principales impulsores del aumento sostenido de desastres de carácter climático. En promedio, cerca de 262 millones de personas se vieron afectadas cada año entre 2000 y 2004 y más de 98% de ellas residía en países en desarrollo y pobres. Con un aumento de las temperaturas por sobre los 2°C, los mares más calientes generarán ciclones tropicales más violentos. Las zonas afectadas por sequías crecerán en tamaño, lo que pondrá en peligro los medios de subsistencia y comprometerá los avances en salud y nutrición. El mundo está ya obligado a enfrentar aumentos en el nivel del mar durante el siglo XXI debido a las emisiones pasadas. El aumento de las temperaturas por sobre los 2°C aceleraría esta crecida y

causaría un gran desplazamiento de gente en países como Bangladesh, Egipto y Viet Nam, así como la inundación de varios pequeños estados-islas. El aumento del nivel del mar y las tormentas tropicales más intensas podrían incrementar la cantidad de personas obligadas a enfrentar inundaciones costeras de 180 millones a 230 millones. Se agravarán los procesos migratorios y aumentarán los refugiados climáticos en regiones especialmente vulnerables.

Colapso de los ecosistemas

Todas las tasas pronosticadas de extinción de especies se disparan una vez superado el umbral de 2°C y con 3°C, 20% a 30% de las especies se encontrarían en un "alto riesgo" de extinción. Los sistemas de arrecifes de coral, ya en declive, sufrirían un extenso "blanqueamiento" que llevaría a la transformación de las ecologías marinas con grandes pérdidas de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Esto tendría efectos adversos en millones de personas que dependen de los peces para su subsistencia y nutrición.

Mayores riesgos de salud

El cambio climático afectará la salud humana en muchos niveles. A nivel mundial, unas 220 millones a 400 millones de personas más podrían verse cada vez más expuestas a mayores riesgos de contraer paludismo. Un estudio pronostica que las tasas de exposición para África Subsahariana, el cual explica aproximadamente 90% de las muertes, aumentarán en 16% a 28%.

Este escenario de riesgos y amenazas, se ve refrendado por el aumento en las frecuencias e intensidad de las tormentas y huracanes que han azotado y provocado enormes daños a localidades y países de Centro América y el Caribe. Según cálculos de CEPAL, el huracán Mitch y el Fenómeno del Niño provocaron fuertes daños a la actividad agrícola. En efecto, entre 1997 y 1998, el Fenómeno del Niño provocó a Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú daños equivalentes a US\$ 7,5 mil millones, de los cuales, 2,3 mil millones (el 30,7%) correspondió a daños sobre el sector

agrícola. Por su parte, el huracán Mitch provocó en Centro América daños estimados en US\$ 5,4 mil millones, de los cuales 2,7 mil millones, es decir, un 50%, correspondió a la actividad agrícola (DIRVEN, 2008: 26).

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA

El Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de 2007 señala que América del Sur es altamente vulnerable a cambios climáticos. Al respecto, el Informe del IPCC registra: lluvias intensas en Venezuela (1999, 2005), inundaciones de la Pampa argentina (2000-2002), sequía en la Amazonía (2005), tempestades de granizo en Bolivia (2002) y Buenos Aires (2006), y el huracán Catarina en el Atlántico Sur (2004) (IPCC, Febrero 2007).

El IPCC destaca como principales problemas ocasionados por el cambio climático: la transformación en sabana de la Amazonía oriental; el fuerte cambio en el patrón de lluvia en la Amazonía occidental y el incremento de incendios forestales en toda la Amazonía; sequías extremas en Roraima (1999) y en la Amazonía oriental (2005). Agrega que la región del semiárido brasileño podría transformarse en árida; la expansión de plagas en tierras de alta productividad agrícola de Brasil, Argentina, Uruguay y Chile; aumento de riesgos de

inundación en áreas costeras bajas y de alteraciones significativas de la disponibilidad de agua en determinadas regiones. Como ejemplos, el sur de Chile y de Perú y el sudeste de Argentina, ya presentan disminuciones importantes de precipitaciones (ABRANCHES y VIOLA, 2009: 161).

Otro problema grave que afecta a América Latina es la reducción de los glaciares, que incide directamente en la disponibilidad y suministro de agua para el consumo humano y la actividad agrícola. En los Andes tropicales existen 2.500 Km², de los cuales 70% está en Perú y 20% en Bolivia. El resto se encuentra en Colombia y en Ecuador. Desde comienzos de 1970, el área superficial de los glaciares de Perú se ha reducido entre 20% y 30% y el casquete de hielo de Quelccaya en la Cordillera Blanca está perdiendo prácticamente una tercera parte de su área. Algunos de los glaciares más pequeños de Bolivia ya han desaparecido (PNUD, 2009: 98).

Estudios científicos sostienen que todos los glaciares tropicales, ubicados por debajo de 5.500 metros desaparecerán en aproximadamente una década, por efecto del cambio climático (ITURRAGUI, 2008: 85-86). En los Andes chilenos también se observa una disminución importante de los glaciares (URZÚA, Noviembre 2007), los que contribuyen a abastecer de recursos hídricos a la zona central del país, de gran

concentración de población e intensidad de la actividad agrícola exportadora.

A ello se agrega el peligro inminente que el hielo derretido provocará la formación de lagos de glaciares más grandes, lo que producirá mayor riesgo de inundaciones, avalanchas, deslizamientos de lodo y ruptura de represas. Los signos de advertencia ya son evidentes: por ejemplo, el área superficial de la laguna Safuna Alta, en la Cordillera Blanca en Perú, ha aumentado cinco veces desde 1975. Muchas cuencas alimentadas por glaciares han experimentado un incremento de la escorrentía en últimos años. Sin embargo, los modelos predicen un descenso rápido de los caudales después de 2050, especialmente en la estación seca. Esta es una preocupación particular para Perú. Las poblaciones que viven en zonas costeras áridas, incluida Lima, dependen de manera crítica del abastecimiento de agua proveniente del deshielo de los glaciares en los Andes. En un país que ya lucha por proporcionar servicios básicos de agua a los habitantes urbanos, el derretimiento de los glaciares plantea una amenaza inminente al desarrollo humano (PNUD, 2009: 98).

Algunos cultivos son y serán fuertemente afectados por los impactos del cambio climático en América Latina. El cuadro siguiente ilustra por ejemplo el impacto del cambio climático sobre determinados productos agrícolas de Brasil:

Tabla 1 - Producción actual y futura de granos en Brasil, bajo tres escenarios alternativos de incrementos en la temperatura

Cultivo	Producción (millones de Toneladas)			
	Escenario base	Escenario T+1C	Escenario T+3C	Escenario T+5,8C
Arroz	11,0	10,56 (-4,0%)	9,02 (-18,0%)	6,49 (-41,0%)
Frijoles	3,0	2,91 (-3,0%)	2,67 (-11,0%)	2,31 (-23,0%)
Soya	55,0	49,50 (-10,0%)	33,55 (-39,0%)	19,80 (-64,0%)
Maíz	43,0	42,14 (-2,0%)	39,99 (-7,9%)	28,38 (-34,0%)
Café Arábigo	2,0	1,54 (-23,0%)	0,84 (-58,0%)	0,16 (-92,0%)
Total	114,0	106,65 (-6,0%)	86,25 (-24,0%)	57,14 (-50,0%)

Fuente: Hilton S., Pinto, Jurandir Zullo Junior y Eduardo D. Assad. Calentamiento global y la agricultura brasileña. CEPAL/Le Monde Diplomatique, 2008

El cuadro precedente indica que las áreas territoriales aptas para el cultivo del café arábigo en Brasil se reducirían en un 23% en el caso de que la temperatura aumente en sólo un 1°C, lo que a su vez representaría una pérdida económica cercana a los 1.000 millones de dólares al año. Ahora bien, si la temperatura aumenta en 3°C se perdería el 58% de la producción. Mientras que en un escenario de 5.8°C de incremento de la temperatura, la pérdida equivaldría al 92.0%. Por lo tanto, el aumento de las temperaturas -prácticamente inevitable- desplazará hacia el sur y hacia las zonas más altas del país las posibilidades de cultivo del café arábigo. El Cuadro muestra también el impacto que sufrirán otros cultivos como consecuencia del aumento de la temperatura. Así por ejemplo, en el escenario de incremento de 3°C de las temperaturas medias, las pérdidas de cultivo previstas serían: -18% para el arroz, -11% para frijoles, -39% para soja, -7% para el maíz y -58% para el café.

CHILE: PAÍS VULNERABLE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Chile es un país vulnerable. De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Chile es un país vulnerable debido a que cumple con 7 de las 9 características de vulnerabilidad definidas en el artículo 4.8: 1) países insulares pequeños; 2) países con zonas costeras bajas; 3) países con zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; 4) países con zonas propensas a los desastres naturales; 5) países con zonas expuestas a la sequía y la desertificación; 6) países con zonas de alta contaminación atmosférica urbana; 7) países con zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos; 8) países cuyas economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo; 9) países sin litoral y los países de tránsito (CONAMA, 2008: 13).

El Cuarto Informe del IPCC señala que en los últimos años se ha identificado una

tendencia a la declinación en las precipitaciones en el sur de Chile, lo que a su vez coincide con las tendencias climáticas observadas por el Estudio de Variabilidad Climática de Chile para el siglo XXI. El Informe también indica disminuciones futuras en las cosechas de cultivos, como el maíz y el trigo, y en las zonas más áridas, como en el norte y zona central, el cambio climático puede conducir a la salinización y desertificación de tierras agrícolas. También se espera una alta vulnerabilidad de los recursos hídricos frente a eventos extremos. En particular, se espera un fuerte impacto en la disponibilidad energética del país por anomalías asociadas al fenómeno El Niño y La Niña, así como restricciones a la disponibilidad hídrica y demanda de irrigación en Chile Central, producida por estos fenómenos. El daño potencial en la disponibilidad de agua y servicios sanitarios puede alcanzar también a las ciudades costeras. La intrusión salina podría contaminar acuíferos subterráneos. Este mismo Informe del IPCC destaca una disminución dramática de los glaciares, especialmente en el sur del país. Respecto de la salud, se observa un aumento de brotes del síndrome pulmonar provocados por el virus hanta luego de sequías prolongadas: probablemente las intensas lluvias que siguen a las sequías, aumentan la disponibilidad de alimentos para roedores domésticos. Por su parte, el aumento del transporte incrementará la quema de combustibles fósiles, lo que a su vez aumentará la contaminación atmosférica en centros urbanos como Santiago. El cambio climático potenciará también los riegos de incendios forestales (CONAMA, 2008: 12 - 13).

Los estudios realizados en Chile coinciden en señalar que el cambio climático se manifiesta y manifestará claramente en una disminución de los recursos hídricos e incremento de las temperaturas hacia las zonas cordilleranas.

"El régimen pluviométrico de la mayor parte del territorio chileno muestra una tendencia secular decreciente. De acuerdo con los pronósticos de los modelos de circulación de la

atmósfera, hay una probabilidad de que las zonas norte y central del país puedan sufrir una disminución de sus recursos hídricos, poniendo a la agricultura en una situación de gran vulnerabilidad"

"En los próximos 40 años la disponibilidad de tierras arables caerá desde 0,38 ha/hbte a unas 0,26 ha/hbte, esto significa un 32% de reducción con respecto a la actual situación, lo que obligará a una sensible mejoría en la productividad de las tierras arables. Este incremento de productividad encontrará en los cambios climáticos una de las principales adversidades, especialmente en las zonas áridas y semiáridas del territorio (SANTIBÁÑEZ y otros, 2008: 19).

VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DEL SISTEMA SOCIAL: FACTOR INEQUIDAD

La vulnerabilidad se refiere a los niveles de exposición al riesgo a que se encuentra sometida la población como consecuencia del cambio climático. En el caso de la actividad agrícola, la vulnerabilidad se asocia a: i) los niveles de desarrollo humano de la población (ingresos, niveles de escolaridad y esperanza de vida), ii) niveles de tecnificación de la actividad agrícola y iii) extensión de los predios. La combinación entre estos factores da por resultados diferentes niveles de exposición de la población a los riesgos del cambio climático, que se manifiestan en el caso de Chile, en una reducción significativa del recurso hídrico, incremento de las temperaturas hacia la cordillera y la recurrencia de eventos extremos, fuertemente dañinos a los ecosistemas y del hábitat humano.

La inequidad existente en Chile, a pesar del crecimiento económico, muestra comunas y localidades con bajos niveles de desarrollo humano, los que se concentran

especialmente en las Regiones del Maule, Bío Bío (nuestro objeto de estudio) y Araucanía y, en particular, se concentran en localidades rurales, en las que predominan pequeñas propiedades, con poblaciones humanas con bajos niveles de escolaridad, altos niveles de pobreza, suelos degradados y que trabajan con bajos niveles tecnológicos, escasa asociatividad y bajo nivel de apoyo institucional.

Al respecto, estudios observan que las zonas más vulnerables se encuentran en las regiones de Coquimbo (norte), del Maule y de la Araucanía (sur). Las comunas de Coquimbo, Vicuña, Ovalle y Paiguano poseen, comparadas a nivel nacional, altos índices de desarrollo humano. La alta vulnerabilidad en estas zonas se explica por la existencia de ruralidad media y extensas superficies agrícolas. Por otra parte, en las regiones de Valparaíso y Metropolitana (Santiago), el 85% de la población habita en comunas que muestran un índice de desarrollo humano alto o muy alto, razón por la cual la vulnerabilidad es media o baja a pesar de haber grandes zonas agrícola. Desde la Región del Libertador Bernardo O'Higgins hacia el sur, las comunas con altas vulnerabilidades sociales se explican por el conjunto de los tres factores: bajo desarrollo humano, alta ruralidad y grandes superficies cultivadas (SANTIBÁÑEZ y otros, 2008: 28). Esta última realidad, la del sur, incluye a la región del Bío Bío, en la que los tres factores interactúan negativamente.

Por su parte, los recursos pesqueros también serán afectados por el cambio climático. Ello interesa especialmente a la Región del Bío Bío, intensa en actividad pesquera. En efecto, en el área del Golfo de Arauco, un estudio confirmó que "los asentamientos humanos correspondientes a pescadores artesanales y a ciudades o centros poblados en áreas cercanas al mar, presentaron vulnerabilidad a un incremento de un grado en el nivel del mar... El estudio indicó cambios en la distribución y abundancia de la anchoveta, con bajas importantes en la zona norte del país, y un aumento de su biomasa en el sector litoral de la VIII y X Región. Se observa también una

fuerte disminución de sardina en el norte y leve en Bío Bío (CONAMA, 2008: 14).

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN CHILE

Un estudio encargado por las CONAMA al Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile en el año 2007 sobre la variabilidad climática en Chile hacia fines del siglo XXI, trabajo con dos escenarios de emisiones del IPCC: moderado y severo. Para el escenario moderado, el estudio diagnosticó para Chile aumentos de temperaturas de entre 1°C a 3° C, y para el escenario severo, un aumento de temperatura entre 2 a 4°C a lo largo de todo el país. La mayor variación de temperatura se estima para el norte grande y norte chico, y mayoritariamente en la zona andina (CONAMA, 2008: 15).

El estudio señala cambios significativos de las temperaturas en todo el territorio nacional. Así por ejemplo diagnóstica disminuciones bajo los 2°C en la zona norte (hasta la Cuarta Región), y al mismo tiempo aumentos de las temperaturas cercanos a los 3°C en la zona central y la región austral. Estos cambios en las temperaturas modificarían variables cruciales para la actividad agrícola, tales como heladas, horas de frío y ocurrencia de días cálidos. Climas mucho más cálidos, con desplazamientos de condiciones actuales desde el norte hacia las zonas central y austral, influirían en los cultivos frutales y otros cultivos industriales. Podrían también mejorar el potencial ganadero de las regiones australes (CONAMA, 2008: 14).

Desde el punto de vista estacional, el calentamiento es mayor en verano, excediendo los 5°C en sectores altos de la Cordillera de los Andes. Resulta importante considerar que, en el caso de la Región del Bío Bío, en los Altos de la Cordillera de los Andes, habitan tradicionalmente, por siglos, pueblos indígenas, los Pehuenches, afectados, no sólo por condiciones precarias de vida, sino también por los impactos del cambio climático.

En relación a las precipitaciones

anuales, el estudio predijo disminuciones superiores al 30% en algunas áreas del país para el año 2040. En la zona central habrá una significativa disminución, mientras que, por el contrario, en el altiplano se incrementarán las precipitaciones. Desde Antofagasta a Puerto Montt se producirá una disminución de 20-25 % de las precipitaciones, aumentando nuevamente desde Chiloé al sur. Ello traería como consecuencia, un aumento en la aridez en el norte y centro del país, alcanzando hasta la Región del Bío Bío (CONAMA, 2008: 14).

El estudio evaluó también los impactos de incrementos en el nivel del mar en zonas costeras. Concluyó para el área del Golfo de Arauco, que los asentamientos humanos habitados por pescadores artesanales, para ciudades y centros poblados cercanos al mar, incrementarán sus niveles de vulnerabilidad como consecuencia de un aumento en el nivel del mar. Se esperan alzas del nivel del mar entre 28 y 16 cm a fines del siglo XXI. Posibles inundaciones en áreas costeras de Arica, Valdivia y Puerto Montt.

Respecto de los recursos pesqueros, el estudio constata bajas importantes de la anchoveta en la zona norte del país, y un aumento de su biomasa en el litoral de las regiones VIII (Bío Bío) y X (Los Lagos). Por su parte, la Sardina Común disminuiría significativamente en el norte, especialmente en Coquimbo; disminuiría también en la Región del Bío Bío, aunque en menor medida; la Merluza no sería tan afectada, excepto cambios leves en el norte (CONAMA, 2008: 15).

INVESTIGACIÓN SOBRE IMPACTOS Y PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN DEL BÍO BÍO (PROYECTO CONICYT SOC 28)

La Región del Bío Bío, por estar ubicada entre los paralelos 36° y 38° 20' de Latitud Sur y los meridianos 71° y 73° 40' de Longitud Oeste, corresponde a una región de frontera entre la zona central y la zona sur de Chile. La superficie regional,

considerando los territorios continentales e insulares abarca 36.929,3 km², valor que representa, aproximadamente, un 5% del territorio chileno.

El relieve regional se caracteriza por la presencia de la Cordillera de Los Andes, la Depresión Central, la Cordillera de la Costa y la Plataforma Costera Adyacente. Esta diversidad morfológica da origen a una gran variedad de climas, suelos y ecosistemas que han condicionado la ocupación y transformación del territorio. Otro elemento estructurante del desarrollo regional son las cuencas hidrográficas de los ríos Bío Bío e Itata y numerosas cuencas costeras que abastecen de recursos hídricos y servicios ambientales a los principales centros urbanos de la región.

La Región se caracteriza por un proceso de poblamiento y desarrollo urbano que ha generado desigualdades demográficas y funcionales. Lo anterior se expresa en la estructura administrativa, la dimensión de las unidades administrativas y la distribución de la población y actividades productivas. La Región comprende 54 comunas distribuidas en cuatro provincias: Ñuble, Concepción, Bío Bío y Arauco. En esta organización se observa una desigual distribución de las comunas, lo que se aprecia en la concentración, comparativamente alta, de la provincia de Ñuble que concentra 21 comunas, en contraste con Arauco, que posee sólo 7 comunas. También se observan diferencias respecto al tamaño de las provincias, dado que existe una clara diferencia dimensional entre la provincia de Bío, con 15.005 km² y la provincia de Concepción, que alcanza 3.444,5 km². Demográficamente se observan importantes diferencias entre las ciudades que se integran en el mayor sistema urbano regional, localizado en la zona costera, y las ciudades y centros poblados de las zonas rurales interiores.

La población regional alcanza a 1.861.562 habitantes, valor que representa un 12,3% de la población nacional (INE, 2002) con una tasa media anual de crecimiento de 0,7%. La densidad de población regional alcanzó el valor de 50 hab. /km², superior al promedio nacional de 19,9 hab. /km².

Los procesos económicos regionales y, particularmente, la dinámica de las actividades productivas extractivas han provocado importantes transformaciones territoriales en toda la región, iniciadas con la conquista y colonización y profundizadas a lo largo del siglo presente. En la actualidad la Región del Bío Bío es considerada un polo industrial de desarrollo, además de su carácter de región forestal. La expansión de la actividad forestal, pesquera, industrial, energética y portuaria, ha provocado grandes transformaciones, especialmente en la zona costera, con impactos relativamente positivos sobre la economía, pero negativos en lo social y ambiental. En efecto, esta bonanza económica no se ha traducido en un desarrollo social, territorial y ambiental más equilibrado, subsistiendo graves problemas de pobreza en muchas zonas de la Región, pérdida de dinamismo de actividades productivas, como la minería del carbón y la agricultura tradicional, e impactos negativos sobre el ambiente, provocados por las formas poco sustentables de ocupación del territorio. El rápido crecimiento urbano/industrial en el borde litoral ha tenido como consecuencia la pérdida y/o degradación de ecosistemas y recursos naturales, la contaminación de aguas y suelos, la segregación socio-espacial de la población y conflictos por el uso del territorio y sus recursos.

EL MEDIO AMBIENTE COMO FACTOR DE DESARROLLO REGIONAL

Ríos, humedales, lagunas, marismas, cuencas hidrográficas, bosque nativo y fauna asociada, penínsulas y bahías, constituyen recursos geográfico-naturales que actúan como elementos estructurantes del desarrollo urbano-rural de la región del Bío Bío. La producción de recursos hídricos para diferentes usos, el control de las crecidas e inundaciones, la oferta de espacio natural para actividades de esparcimiento y recreación, la conservación de la naturaleza, especialmente del bosque nativo ubicado en las cabeceras de las cuencas y el mantenimiento de la calidad del agua, representan algunos servicios ambientales que estos ecosistemas ofrecen a la

comunidad. La disponibilidad de recursos forestales, suelos agrícolas, hidrobiológicos, mineros e hídricos, representan un capital natural de incalculable valor, base de la reproducción material del sistema económico regional, de su historia, cultura y futuro desarrollo.

Sin embargo, muchos de estos recursos y espacios naturales, a través de un proceso histórico de utilización no sustentable, han sido degradados, substituidos y, en muchos casos, total o parcialmente eliminados. Indudablemente, la dinámica de la actividad agropecuaria es un factor explicativo de la erosión de los suelos regionales, especialmente de aquellos ubicados en la zona costera, y la expansión de la silvicultura, con grandes extensiones de monocultivo de pino radiata, ha significado la disminución del bosque nativo. Por otra parte, la concentración territorial de la actividad industrial ha generado contaminación de cuerpos de agua y de bahías, la degradación de ecosistemas y recursos naturales, afectando la calidad de vida de la población, principalmente en zonas urbanas del borde costero regional. La actividad industrial, forestal, pesquera, petroquímica y siderúrgica, en comunas costeras como Talcahuano, Penco, Coronel y Lota, también ha generado externalidades negativas sobre el desarrollo urbano y una fuerte competencia por el uso de recursos territoriales. En la práctica, se observan conflictos por el uso del suelo entre diferentes actividades y, cada vez más, una mayor presión por parte del desarrollo urbano-industrial por ocupar zonas naturales de alto valor ecológico que, la mayoría de las veces, presentan fuertes restricciones para la ocupación humana y la urbanización.

LA VULNERABILIDAD REGIONAL FRENTE A ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

El cambio climático actúa y seguirá afectando a ecosistemas y poblados humanos, ya sometidos en el pasado reciente a grandes transformaciones económicas, ambientales y sociales. En efecto, la creciente demanda por recursos

naturales por parte del sistema productivo, las prácticas insostenibles de manejo de los recursos naturales, procesos de contaminación, pérdida y erosión de suelos y degradación de ecosistemas, así como problemas estructurales del desarrollo económico y social (pobreza estructural, desempleo), constituyen escenarios actuales que exponen fuertemente a la Región frente a eventos extremos del cambio climático. Los siguientes sistemas naturales y sociales se encuentran expuestos a los impactos del cambio climático (Proyecto CONICYT SOC 28):

- Ecosistemas de relevancia regional.

Grandes formaciones de bosque nativo y plantaciones forestales, tierras cultivadas y zonas de pastoreo; procesos de erosión y desertificación.

- Hidrología y recursos hídricos.

Intensidad y distribución temporal y espacial de las precipitaciones, escorrentía superficial y recarga de agua, ocurrencia de eventos extremos asociados a inundaciones y otros fenómenos meteorológicos, como sequías, heladas y tormentas.

- Producción de bienes y servicios.

Producción de alimentos, sistemas de producción agropecuarios y forestales, sistema energético regional y/o nacional, sistemas productivos hidrobiológicos, sistemas urbanos y la proyección de sus demandas.

- Sistemas costeros. Diversidad biológica y sus efectos sobre los sistemas productivos costeros, infraestructura de producción costera y asentamientos urbanos, ecosistemas costeros como humedales.

- Sistema social y asentamientos humanos. Exposición de la población, equipamiento e infraestructura asociada frente a la ocurrencia de eventos extremos (inundaciones, sequías, deslizamientos, etc.), alteración de formas de vida tradicionales de grupos humanos (población indígena y rural) y estrategias de sobrevivencia, seguridad en el abastecimiento de recursos naturales, bienes y servicios, efectos sobre indicadores sociodemográficos y calidad de vida, movilidad de la población y estrategias de adaptación.

OBJETIVOS

1. Identificar, cuantificar y proyectar los potenciales impactos socioeconómicos atribuibles al Cambio Climático Global y catástrofes naturales en la Región del Bío-Bío.

2. Analizar los niveles de conciencia, percepción, conocimiento y acciones en la población urbana y rural, organismos públicos, empresa privada, en torno al tema del cambio climático global y otros riesgos naturales, además de la voluntad de cambio de prácticas en beneficio del medio ambiente.

3. Desarrollar y fortalecer una línea de investigación en Medio Ambiente desde las Ciencias Sociales en la Universidad de Concepción y propiciarla a nivel regional y nacional

4. Propiciar un proceso de aprendizaje regional en torno al tema del cambio climático global y de las situaciones de catástrofe en general, a través de la difusión de información, capacitación y puesta en la agenda pública del tema.

ABORDAJE DEL PROBLEMA

Para cumplir con estos objetivos se organizó un equipo multi e interdisciplinario, que comprende físicos, climatólogos, geógrafos, economistas, ingenieros, antropólogos y sociólogos. Emplea metodologías cuantitativas y cualitativas, así como modelación climática y técnicas cartográficas (elaboración de Mapas de Vulnerabilidad). Se busca correlacionar e interpretar datos obtenidos del pasado, presente y futuro proyectado, para construir escenarios futuros de desarrollo, en contextos de cambio climático.

En el proyecto participan una cantidad importante de tesis de pre y postgrado, varias de ellas ya finalizadas. Participan muchos estudiantes en calidad de voluntarios. Se ha organizado una experiencia interesante de Universidad de los Niños, que lleva el conocimiento ambiental a escuelas públicas situadas en territorios y poblaciones vulnerables de la Región del Bío Bío. El proyecto ha trabajado durante los primeros dos años con cerca de

20 escuelas, llegando a muchos niños y docentes, los que también tienen la oportunidad de participar en jornadas didácticas en las aulas y laboratorios de la universidad. El proyecto ha realizado exposiciones abiertas sobre el cambio climático en varias ciudades, instando la participación ciudadana. El proyecto se encuentra vinculado a REDES sobre Cambio Climático en Alemania, España, Brasil (SIADES de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Sao Paulo), Colombia, México, Perú, Argentina, Venezuela, Canadá, Estados Unidos. Respecto de las políticas públicas, el proyecto trabaja con el Gobierno Regional, con CONAMA y el Ministerio de Agricultura, en la perspectiva de la implementación de medidas específicas en localidades vulnerables frente al cambio climático.

APROXIMACIÓN TEÓRICO-METODOLÓGICA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Desde el punto de vista metodológico, la investigación busca correlacionar diferentes aproximaciones teóricas y metodológicas para abordar la imbricación naturaleza - sociedad, existente en el fenómeno del cambio climático. Una epistemología del cambio climático resulta una empresa de compleja construcción. Significa estudiar el problema desde diferentes enfoques y visiones, procurando establecer interrelaciones e interdependencias desde ópticas de las ciencias climáticas, territoriales, sociales, económicas, antropológicas; con enfoques metodológicos cuantitativos (encuesta representativa de percepciones ciudadanas estratificadas de la Región del Bío Bío) y cualitativas (experiencias de variabilidad climática y cambio en siembras y cultivos, estrategias de adaptación y resiliencia en población rural e indígena). Se complementa con la organización de Talleres Participativos que, precisamente incursionan en las tradiciones, saberes y prácticas productivas locales, transmitidas en forma oral, usando como vehículo las generaciones.

MODELACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL

Consiste en una simulación del cambio climático regional, bajo el escenario de emisiones intermedias, para el periodo 1950 - 2050. Se utiliza el Modelo Regional PRECIS, desarrollado por la Dirección meteorológica británica. Como el modelo regional, solo simula una "región" del planeta, en sus bordes se deben prescribir las condiciones meteorológicas (condiciones de borde). Estas condiciones de borde, o forzantes se han tomado del modelo global ECHAM5. El modelo ECHAM es desarrollado por el Max Planck Institute en Alemania. El modelo regional PRECIS, tiene una resolución espacial de 25km, por lo que existen 95 puntos en longitud y 157 puntos en latitud.

Una modelación de tipo más micro permite captar la heterogeneidad de los impactos sociales y ambientales del cambio climático en micro localidades de la Región del Bío Bío. En una Región geográfica, relativamente extensa, coexisten Unidades Ambientales con diferentes microclimas, culturas productivas y prácticas sociales. Para planificar posibles estrategias de adaptación al cambio climático resulta indispensable contar con información a nivel micro.

La triangulación interdisciplinar, que emplea el proyecto, consiste en hacer converger datos provenientes cuantitativos (encuesta regional representativa sobre percepción de variabilidad climática y análisis documental de la Región), cualitativos (Talleres sobre experiencias de cambios climáticos mediante la experiencia productiva e histórica) con modelación climática regional.

CORRELACIÓN POSIBLE: EVENTOS EXTREMOS Y PRODUCTIVIDAD

En el Taller realizado con la Comunidad indígena Alto Bío Bío Pitril (julio 2010), los participantes pudieron registrar en su memoria histórica eventos extremos entre las décadas de 1940 y 2010, aunque con mayores frecuencias a partir de la década de los ochenta. Estos eventos se refieren a: terremotos blancos, cambios

climáticos bruscos, veranos especialmente calurosos, heladas, vientos fuertes. Estos eventos extremos han provocado pérdidas de productividad de especies de importancia económica y cultural de la comunidad. Se trata por ejemplo de la Araucaria, árbol nativo cordillerano que produce piñones, de gran importancia en la dieta alimenticia de las comunidades que viven en la Cordillera de los Andes. El piñón es la harina base de la alimentación mapuche. El fruto de la Araucaria crece en las montañas sobre los 600 metros de altura y tiene ciertas temporadas de maduración. Los mapuches almacenan alimentos para una parte del año (BENGOA, 1987: 19). Los eventos extremos también afecta la cosecha de avellanos y de hongos (digueños). Los eventos extremos modifican el calendario estacional, atrasando o adelantando períodos de siembra y cosecha o, en algunos casos, destruyéndolas.

La frecuencia de los eventos extremos coincide con el incremento de las temperaturas hacia el interior y las zonas cordilleranas, diagnosticado para Chile y, en particular para la Región del Bío Bío, por los estudios sobre cambio climático. La comuna Alto Bío Bío cuenta en la actualidad con un 49,1% de población pobre (GOBIERNO DE CHILE, 2010), agravando su exposición a eventos extremos.

Las comunidades indígenas que viven en las alturas de la Cordillera de los Andes aprovechan la existencia de nichos ecológicos en la naturaleza - practican las llamadas veranadas e invernadas -, se desplazan territorialmente con sus animales, de acuerdo a las características y ventajas productivas de los microclimas. Otras comunidades rurales están igualmente expuestas a los impactos de eventos extremos.

En el caso de la Provincia de Ñuble, ubicada al norte de la Región del Bío Bío concentra las zonas agrícolas más vulnerables frente a Escenarios de Cambio Climático, dada la combinación de factores adversos obtenidos por el Indicador: % pobreza rural, sequía, tasa de mano de obra empleada en la agricultura, erosión. Esta Provincia concentra al 24% de la Población regional y al 46% de la Población rural de la Región.

SOCIEDAD COMPLEJA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Para enfrentar con relativo éxito los impactos sociales, productivos y ambientales de los eventos extremos producidos por el cambio climático, resulta indispensable conocer la sociedad en la que se producen. Un plan de evacuación de la población o de cambio de cultivos no tiene sentido si la población afectada o invitada a cambiar de actitud, no participa. Ahora bien, no basta con invitar a la comunidad a participar en un plan de acción frente a las posibles consecuencias del cambio climático. Es posible que la población reaccione de manera indiferente o pasiva frente a llamados de la autoridad a actuar frente a amenazas o desastres.

La sociedad es un organismo vivo, heterogéneo, cambiante y sumamente complejo. A menudo se desconocen los valores y eventuales comportamientos de los miembros de una sociedad. Lo mismo sucede con sus intereses y motivaciones para actuar. Ello suele producir sorpresas, no siempre propicias a la superación de los problemas. Las personas pueden actuar en forma egoísta o solidaria, dependiendo de los patrones culturales que trasuntan dichos comportamientos. Los comportamientos se construyen socialmente, mediante los procesos de socialización que empiezan en la familia, continúan en la escuela y luego se profundizan en el trabajo, en intercomunicaciones sociales más maduras y, últimamente, resultan fuertemente influenciados por los medios de comunicación y la publicidad agresiva e invasora de la vida humana.

Sin embargo, en una sociedad compleja y diversa no todo es manipulación. Subsisten en localidades conocimientos y prácticas tradicionales, construidas y guiadas históricamente por el aprendizaje de una relación directa con las condiciones ofrecidas por los ecosistemas y micro climas. En algunos casos, incluso estas prácticas históricas locales o regionales, evolucionan hacia sistemas avanzados de producción y convivencia social.

La estrategia de adaptación al cambio climático implica cambios importantes de tipo cultural, valóricos y actitudinales.

Implica al mismo tiempo valorar la calidad de vida que se posee en el momento del evento extremo y, al mismo tiempo, saber proyectar en el futuro cercano o lejano, la preservación y mejora - bajo nuevas condiciones -, de la calidad de vida.

La investigación en marcha en la Región del Bío Bío, sus objetivos enunciados, requieren no sólo de combinar diferentes enfoques teóricos y metodológicos, sino que además proyectar en el tiempo y espacio, escenarios ecohumanos de desarrollo.

La sociedad del cambio climático es compleja y transgeneracional. Compleja debido a que es el resultado de la interrelación e interdependencia naturaleza - sociedad. Por lo tanto, su conocimiento requiere de aproximar teorías y metodologías provenientes de las ciencias naturales y sociales. La transgeneracionalidad proviene del carácter de las emisiones, de los ciclos del carbono, que son de larga duración en su proceso de biodegradación (dura más de cien años). Su larga duración en la atmósfera, mar y suelo y los volúmenes de CO² ya acumulados, hacen precisamente que el calentamiento global sea irreversible e inequívoco. Además, obliga a pensar y planificar el presente desde el futuro, de allí la importancia de la modelación futura. No para mejorar el futuro, sino para proteger la calidad de vida del presente y asegurar el acceso a bienes materiales e inmateriales a las generaciones futuras.

Los niveles de desarrollo de las comunidades y de la sociedad resultan claves para enfrentar el cambio climático. Su capital social, sus redes, confianza en las relaciones de convivencia, valores comunitarios y capacidades de resiliencia, son fundamentales para reaccionar frente a eventos adversos. La resiliencia se define como "la capacidad de afrontar la

adversidad y salir fortalecidos de esa prueba" (MELILLO y otros, 2008: 77). Existe la resiliencia individual, familiar y comunitaria. Constituyen capacidades individuales y sociales de adaptarse de manera proactiva a los problemas y desafíos del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

ABRANCHES, S. y VIOLA, E. Cambio Climático. En: CARDOSO, F.H. y FOXLEY, A. (editores). A medio Camino. Uqbar. Santiago, Chile, 2009.

BENGOA, J. Historia del Pueblo Mapuche. Ediciones SUR, Santiago, Chile, 1987

CONAMA. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008 - 2012. Santiago, Chile, 2008

DIRVEN, M. Vulnerabilidad Agrícola frente al cambio climático: una introducción. En: La Agricultura ¿Otra víctima del cambio climático? Le Monde Diplomatique/CEPAL, Santiago, Chile, 2008

GOBIERNO DE CHILE. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional - CASEN 2009. Santiago, Chile, 2010. Disponible en <http://www.mideplan.cl/casen2009/>

IPCC. 2007. IV Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU (IPCC). Paris, Francia, Febrero 2007

Informe del Panel Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC). Valencia, España, 17 de noviembre de 2007.

ITURRAGUI, P. Seguridad, agricultura,

equidad y cambio climático en el Perú. En: La Agricultura ¿Otra víctima del cambio climático? Le Monde Diplomatique/CEPAL, Santiago, Chile, 2008.

PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. y ASSAD, E. D. Calentamiento global y la agricultura brasileña. CEPAL/Le Monde Diplomatique, Santiago, Chile, 2008

INE, 2002. Censo 2002. Resultados. Volumen I: Población, País-Región. Santiago. Chile, Marzo de 2003.

MELILLO, A.; SUAREZ OJEDA, E. N. y RODRÍGUEZ, D. (Comps.) Resiliencia y Subjetividad. Los ciclos de la vida. PAIDOS, Buenos Aires, Argentina, 2008.

PNUD. Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. El desafío climático del siglo XXI. Santiago, Chile, 2009

Proyecto CONICYT SOC - 28: "Impactos sociales y ambientales del Cambio Climático Global en la Región del Bío Bío: Desafíos para la sostenibilidad del siglo XXI". 2009 - 2011, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 2011

SANTIBÁÑEZ QUEZADA, F. y otros. "Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático. Santiago, Chile, 2008.

Stern Review: La economía del Cambio Climático. Foreign & Commonwealth Office. London, Inglaterra, 2007

URZÚA, C. Juncal Norte: como retrocede un glaciar en la era del cambio climático. La Tercera. Santiago, 4 noviembre 2007.