

Impactos en el período de transición al cambio antropogénico global del clima en la República Argentina

Ing. Agr. Académico Juan Jacinto Burgos*

Resumen: Se analizan las tendencias de la temperatura y precipitación del período instrumental y aún cuando estadísticamente no constituyen una señal cierta de un cambio global antropogénico, tampoco pueden servir para negarlo. Se presentan los modelos analógicos y numéricos que han tenido estudios de validación en la Argentina y se señalan los valores y consecuencias que de ellos pueden derivarse, cuando se corren hasta su equilibrio con una concentración relativa de $1 \times \text{CO}_2$ y $2 \times \text{CO}_2$. Se advierte sobre la relación espacial y temporal que existe entre los fenómenos geostrofísicos y las asociaciones biológicas que se forman en la biosfera y se concluye sobre la importancia de distinguir el período de tránsito hacia el cambio y las manifestaciones del mismo una vez establecido el nuevo equilibrio. Se destaca el período de tránsito en el cual las condiciones climáticas, sin modificar profundamente las asociaciones de la biosfera, actuaron directamente sobre el Hombre, los animales domésticos y las plantas cultivadas. Como el Hombre es el responsable del Cambio Antropogénico Global del Clima, se analiza el efecto directo de este período sobre su fisiología, su actividad y sus enfermedades con el objeto de llamar la atención general para formular las estrategias que puedan atenuar tales efectos.

Summary: Trends of temperature and precipitation, in the instrumental time period are analyzed, and even when they statistically do not represent a sure signal of an anthropogenic global change they can neither be used to deny it. Analogical and numerical models that were validated in our country are presented. Data and impacts that obtained, from the past, when they were runned to equilibrium with a relative tropospheric concentration of $1 \times \text{CO}_2$ and $2 \times \text{CO}_2$, are pointed out. The attention is brought about the spatial and temporal relation that exists between both the geostrophysical phenomena and the biological associations that are formed in the biosphere. It is concluded about the importance to distinguish between the transient period towards the change and the climax of the same, once the new equilibrium is established. The transient period, when climate conditions directly will impact on the people, domestic animals and cultivated plants, without profoundly modifyng the biosphere associations is emphasized. Because human population is responsible of the anthropogenic global change of climate, the direct effect of this period on Man physiology, activity and illness are analyzed with the purpose of attracting the general concern to formulate adequate strategies that could mitigate such effects.

*Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
PROINGLO - CONICET

1. Variabilidad y cambios del clima

Desde hace poco más de dos décadas el cambio global del clima provocado por el Hombre constituye una presunción que se ha transformado en una preocupación social. Al principio fue sólo una discusión entre investigadores y grupos científicos pero en la última década, los medios de difusión masiva han hecho trascender este complejo problema a todos los niveles de la sociedad.

La preocupación social está fija en las consecuencias de dos importantes factores forzantes del clima. En primer lugar, por el aumento de la temperatura de la Tierra, consecuente del incremento de los gases y aerosoles invernaculantes en la troposfera y en segundo lugar, por la atenuación de la capa del Ozono estratosférico que protege la vida de la porción más dañina de la radiación ultravioleta que emite el Sol.

La dificultad de distinguir la variabilidad del clima debida a causas naturales de la que corresponde a la actividad humana, ha sido señalada por varios investigadores. Es imposible, por el momento, afirmar con certeza el comienzo del cambio así como verificar sus primeras señales. Ello ha favorecido que, aún en el medio científico, existan quienes opinen que el carácter antropogénico del cambio del clima aún no ha comenzado, mientras otros afirman que ya existen señales del mismo. Se advierte que detrás de los primeros se han agrupados importantes intereses económicos que quieren evitar las regulaciones nacionales e internacionales tendientes a limitar la emisión de gases invernaculantes.

El hecho cierto e indiscutible es, que el índice relativo de la concentración de CO_2 ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{N}_x\text{O}_x + \text{ClFC}$), antes de la era industrial equivalía a 290 ppmv

de CO_2 siendo actualmente 345 ppmv; si este incremento prosigue con la intensidad actual, alcanzará en el año 2050 un nivel de 700 ppmv en toda la altura troposférica de la atmósfera.

En el pasado histórico de la Tierra han ocurrido cambios de esta magnitud por causas naturales. Los paleoclimatólogos los han explicado como los resultados de procesos vulcanológicos, astrofísicos y de la biosfera, que significaron profundas y estables modificaciones de la composición química atmosférica y de los aerosoles suspendidos en la troposfera. Para ello, resultaron de un valor documental extraordinario los monolitos extraídos de glaciares de la Antártida y de Groenlandia, que conservaron hasta hoy el testimonio de los gases y de la temperatura que tuvo la atmósfera durante los últimos 250.000 años. En épocas de mayor antigüedad, el balance de carbonatación de algunas rocas y el estudio paleontológico de la Tierra han servido para explicar, con menor precisión, los climas pasados de la misma.

Además, estudios paleoclimáticos en los períodos denominados "Early Dryas" y "Oldest Dryas", ubicados entre el fin de la última glaciación del Pleistoceno y el comienzo del Holoceno (30.000 - 8.000 años AP), utilizando análisis paleontológicos, geoquímicos y radioisotópicos, han detectado variaciones climáticas pronunciadas, que duraron espacios de tiempo corto, como de un siglo o menos años. En ellos la temperatura del aire ascendió 5 ó 6 °C y el nivel del mar subió 4 a 5 m sobre los valores actuales y todo ello por causas naturales como: grandes cambios en la salinidad del océano, colapso de la capa de hielo polar, vulcanogénesis y otros. Si estos

cambios ocurrieron en el pasado, ¿Porqué no podrían volver a ocurrir en el

futuro?. ¿Porqué la presión antropogénica no es un fenómeno actual natural de la Tierra?

2. Modelos analógicos y numéricos validados para Sudamérica y la Argentina

Con los conocimientos actuales, algunos grupos de investigación han tratado de predecir que ocurrirá en el futuro y para ello han utilizado métodos empíricos o analógicos, según lo ocurrido en el pasado y otros han recurrido a modelos numéricos de simulación del clima, haciendo variar los factores forzantes que determinan su complejo sistema geostrofísico.

El Centro de Investigaciones Biometeorológicas (CIBIOM) y el Programa de Investigaciones Regionales para el Cambio Global (PROINGLO) del CONICET, se han interesado en el Impacto del Cambio Antropogénico Global del Clima, para estudiar las estrategias con las cuales atenuar sus efectos. Los mismos, con la colaboración de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, el Servicio Meteorológico Nacional, el Instituto Hidrológico del Estado de Rusia, el CENPAT del CONICET y el CSIRO de Australia, realizaron el estudio y validación del método desarrollado principalmente en Rusia, (Budyko et al., 1994, conectado con el primer Atlas de los Paleoclimas del Hemisferio Norte de Frenzel, Pecs y Velichko, 1992, Eds. y la validación de los modelos numéricos CSIRO9, UKMHO, BMRC, GFDL y CCC., Labraga, 1994).

El modelo analógico ruso se presentó en el libro "Cambios Antropogénicos del Clima en América del Sur", en el cual se consideraron los biomas del Optimo del Plioceno (3 millones de años AP) en equilibrio con el clima, cuando la atmósfera terrestre contenía 680 ppmv de CO₂; en el

Optimo del Pleistoceno (250.000 años AP), cuando la atmósfera llegó a tener 300 ppmv de CO₂ y en el Optimo del Holoceno (8 - 6.000 años AP), cuando la troposfera alcanzó a contener 290 ppmv de CO₂. Estos climas se propusieron, Budyko et al, como análogos a los que la Tierra tendrá en el futuro, alrededor de los años 2015, 2030 y 2050, respectivamente.

Los modelos numéricos estudiados en colaboración por el PROINGLO y el CSIRO, según el ajuste de la validación obtenida para Sudamérica se ordenan así: 1º CSIRO9, (Australiano); 2º UKMOH, (Inglés); 3º BMRC, (Australiano); 4º GFDL, (Estadounidense) y CCC, (Canadiense). (Labraga, 1995). La conversión de los valores del CSIRO9 a escala regional y local, para deducir el impacto sobre la biosfera de un incremento de 2 x CO₂ del contenido actual de gases invernaculantes, da un incremento de la temperatura, al norte del río Colorado en nuestro país, de 4 - 5 °C, el cual es muy considerable.

Las observaciones de la temperatura del aire en la superficie de la Tierra durante el período con observaciones instrumentales, que abarcan sólo el siglo presente, muestran un incremento de 0,56 °C, con una tendencia de aumento muy pronunciada en las dos últimas décadas. Esto se puede verificar en la serie de temperatura global del aire de la superficie de la Tierra, publicada por la Unidad de Investigaciones Climáticas de la Universidad de East Anglia y el Hadley Centre de Bracknell (Reino Unido) Fig. N° 1 A, y que el grupo

ruso que trabajó para nuestro país, confirmó para zonas latitudinales del Hemisferio Sur. (Budyko et al., 1995), Fig. Nº 1 B.

Sin embargo, para los climatólogos de promedios esta variación no puede ser tomada como una prueba de calentamiento global antropogénico, pero todos los climatólogos deberían saber que la misma estadística tampoco prueba que no lo sea. La ministro del Ambiente del Canadá ha señalado que el verano de 1995 mostró que los meses de Junio y Julio de ese año fueron, para todo el Canadá, los más calurosos del período de 101 años de registro que se posee y

que los valores de los índices de confort fueron tan altos que "las personas de todas las edades deberían ser cuidadosas en sus actividades a la intemperie". Además, 7 millones de hectáreas sufrieron incendios de campos; inundaciones seculares ocurrieron en una docena de ríos en Alberta y 5 huracanes llegaron a las provincias atlánticas, cuando sólo uno de estos fenómenos ocurre en años típicos. Esta acumulación de signos y el respeto a los climatólogos de promedios, la llevó a calificar al año 1995 como un año "inusual normal" (Copps, 1995). Este fue el comentario de un artículo más amplio de Phillips (1995).

3. Relación espacial y temporal entre los fenómenos geostrofísicos y sus impactos

Una relación más clara, entre los forzantes del clima y las asociaciones de la biosfera, se obtiene si se analiza lo ocurrido en el pasado geológico. Así, si se compara la distribución de los grandes biomas de América del Sur durante el último período glacial (18.000 AP), con la del Optimo del Holoceno (8.000 - 6.000 AP), similar éste al del Ultimo Interglacial (140.000 - 120.000 AP), se comprueban profundas diferencias. Durante la última glaciación se determinó, que el extremo sur de la Patagonia estuvo bajo el hielo permanente hasta casi los 40º Lat.S.; la estepa, fría y xerofítica, cubrió la actual región Pampeana; el monte, hasta los 30º Lat. S., fue una Sabana y Parque Xerófito; la Selva Tropical, ocupó áreas aisladas en el bajo y medio Amazonas y el oeste fue una Sabana Tropical y Subtropical. Fig. Nº 2, A.

Esta fisionomía de la biosfera contrasta con la que se presentó en el Optimo del Holoceno (8.000 - 6.000 AP), muy semejante a la que tuvo en el

Ultimo Interglacial, en el que el extremo sur de la Patagonia Argentina presentó una superficie de pastizales (Estepa). Desde Santa Cruz hasta el río Colorado, Pastizales con Parque. La Pampa o Estepa templada se insinuaba en el este de la provincia de Buenos Aires, en el Uruguay y el sur del Brasil. La Selva Tropical se había extendido uniformemente por toda la cuenca del Amazonas, y los Bosques Tropicales caducifolios y las Sabanas, Tropical y Subtropical, ocupaban una gran parte de la cuenca del Paraná, Paraguay y Bermejo, e ingresaban en la parte hoy más seca del Oeste Argentino. En esta misma época apareció el Bosque esclerófilo en el NE. del Brasil. Fig. Nº 2, B.

Naturalmente, estos cambios se produjeron luego de siglos y milenios de acción del clima en equilibrio con sus gases invernaculantes y esta consideración conduce al objetivo central de esta comunicación. La atmósfera, como se dijo anteriormente, contiene en la

actualidad el 50% más de CO₂ relativo que el que tuvo en el Óptimo del Holoceno y el Último Interglacial y si se mantiene la intensidad actual de emisiones, dentro de 50 - 60 años habrá duplicado este último contenido. Seguramente que en todo este período no se habrá transformado el paisaje, aunque si el clima que tendrán que soportar

el Hombre, sus cultivos y sus animales domésticos. Por ello debe ser considerado como un período de transición. Este período finalizará al estabilizarse el incremento de los gases invernaculantes aún cuando la recreación del nuevo paisaje demorará siglos o milenios.

4. Período de tránsito y de estabilidad entre el clima y la biosfera

Para comprender el fenómeno de la transitoriedad del ambiente en las escalas espaciales y temporal, será conveniente observar con atención el gráfico de la Fig. Nº 3 de Clark (1986). En él se comparan los fenómenos del tiempo y el clima, con los del paisaje (percepción ecológica) y con la percepción social correspondiente. Así, mientras los fenómenos del tiempo pueden tener duración de minutos a horas y cubrir espacios de 1 a 10 km², las ondas planetarias, ondas de Rossby y ondas de larga duración, pueden durar de meses a 1 año. Los fenómenos climáticos, como El Niño, pueden culminar en parte del año y cubrir superficies de centenares de kilómetros cuadrados; la sequía, puede abarcar escalas mayores de tiempo y espacio y el calentamiento hemisférico, extenderse hasta un círculo máximo de la Tierra, durante medio siglo o más de tiempo.

La percepción ecológica se refleja en el desarrollo y la dinámica de los Ecosistemas de los grandes Biomas. En este sentido se puede considerar

que la organización más simple como el árbol, puede tener una duración de años a siglos y algunos ejemplares hasta milenios (*Sequoia* y *Pseudotsuga*, más de 4.000 años) y cubrir una superficie de n m², y los grandes Biomas, pueden alcanzar edades milenarias y cubrir superficies subcontinentales.

La percepción humana o social puede ser local, de meses o años de duración, hasta de un siglo, como llega a ser la experiencia de una generación o bien regional, nacional y global, con escalas mayores de espacio y tiempo, como la resultante de varias generaciones.

Por todo lo dicho anteriormente la generación 1950 - 2050, tendrá que afrontar el cambio de clima de este período transitorio y para ello es indispensable considerar, desde ahora, la capacidad homeostática del Hombre actual y la de los seres vivos que lo acompañarán, para superar o atenuar la transición que suponemos no terminará en el año 2050.

5. El Hombre: Su fisiología y enfermedades en el período de transición del cambio climático

El Hombre, animal homeotermo, luego de superar etapas de su evolución, organizó su vida en una época más cálida que la actual hace unos 500.000 años y vio limitada su expansión sobre la Tierra por la última glaciación del Cuaternario, interrumpida por el Optimo del Pleistoceno (150.000 años AP) y más tarde por el Optimo del Holoceno, durante los cuales la troposfera alcanzó concentraciones de CO₂ de 290-300 ppmv.

Los primeros grupos del *Homo sapiens* se organizaron en África, en el sur de Europa y en Asia. En las épocas cálidas, vivió al aire libre sin cubrirse y en las épocas frías, habitó cavernas y se cubrió con cueros de animales y tejidos de fibras rudimentarias. El hombre del Holoceno, como animal homeotermo, debe mantener la temperatura central de su cuerpo a 37° C.

La Fig. N° 4, muestra el esquema del metabolismo calórico de los animales homeotermos, en el que se observa la temperatura crítica, que es con la cual el cuerpo produce la mínima cantidad de calor y el bienestar del organismo es máximo. Por encima o por debajo de dicha temperatura, el cuerpo animal debe disipar o producir energía, para mantener su temperatura central estable, por medio de mecanismos físicos y químicos (vasodilatación cortical, jadeo, respiración, transpiración, vasoconstricción, temblor muscular). (Kleiber, 1961).

Los estudios clásicos de Erikson et al., (1956), mostraron que la mínima producción de calor del cuerpo de un hombre de raza blanca, adulto, desnudo, en ayunas y en descanso, está en equilibrio en un ambiente sin turbulencia, entre los 25 y 27° C, zona a la cual

se ha llamado "zona termoneutral". Sin embargo, en un hombre vestido, alimentado y trabajando, esta zona termoneutral se aproxima a 15 - 18° C, porque su calor interior, producido por los alimentos y el trabajo físico o intelectual, debe ser disipado hacia el ambiente externo más fresco.

Se debe señalar aquí, que grupos étnicos tan disímiles como los de individuos de raza blanca, amarilla y negra tienen un metabolismo calórico muy semejante, con pocas diferencias.

Sólo algunos grupos poco numerosos, que habitan desde largo tiempo áreas muy diferentes, muestran que se han seleccionado biotipos con un metabolismo calórico diferente. Así, es el caso de los indios fueguinos Alakaluf y los aborígenes australianos. Los primeros tienen una zona termoneutral desplazada a menores temperaturas y los segundos hacia una más cálida. Los esquimales tienen también semejantes características a los de la raza blanca o amarilla, aunque difieren en algunas respuestas fisiológicas que los adaptan mejor a climas fríos.

Es interesante notar que la mayoría de las especies animales domésticas que hoy acompañan al hombre: como los vacunos europeos (*Bos taurus*), cerdos, (*Sus mediterraneus*, *Sus domesticus*) y gallináceas (*Gallus gallus*), tienen una zona termoneutral de 21° C. Sólo algunas especies de origen tropical como las razas de vacunos índicos (*Bos indicus*, *Bos javanicus*, *Bos gaurus*), tienen una zona termoneutral más cálida, que puede llegar hasta los 29° C.

Estos hechos nos llevaron a proponer una clasificación de los

bioclimas de la Tierra para la actividad humana, sobre la base de las observaciones del período instrumental pasado, en equilibrio homeostático con el Hombre actual. Los parámetros de esta clasificación se indican en el Cuadro N° 1.

Como se observa en el Cuadro, las jerarquías climáticas están definidas en relación con el metabolismo calórico del cuerpo humano y la posibilidad del desarrollo forestal y agrícola, indispensable para su sustento en una sociedad en progreso. Los climas desérticos o semidesérticos de gran extensión en el mundo, al no tener recursos forestales ni agrícolas de desarrollo, también resultan depresivos, aunque esta característica no sea consecuencia de la temperatura.

Otra anomalía en esta jerarquización, se presenta cuando se consideran las regiones desérticas o semidesérticas con grandes reservas petrolíferas. En estos casos, si bien el clima a la intemperie puede tener determinadas condiciones agresivas, para el metabolismo calórico de un ser humano, animal o vegetal, la abundancia de combustibles fósiles puede generar la creación de ambientes artificiales adecuados para su desarrollo, como es el caso de la refrigeración de edificios, vehículos, invernáculos con aire acondicionado, reservorios de agua con ambiente controlado, etc.

De las condiciones que anteceden, sería fácil comprender cuán difícil resultará pasar el período de transición, siempre cambiante, para el Hombre del Holoceno.

En la Argentina, en las condiciones del período instrumental pasado, no hubo espacios con climas estimulantes, como sí lo fueron extensos territorios del Hemisferio Norte, y muy escasos y locales climas sedantes. La

mayor parte del territorio tiene climas excitantes, con temperaturas medias del mes más cálido superiores a 21° C y el mes más frío, con temperaturas inferiores a este nivel. Es decir, que en los últimos 100 años el país careció de climas enervantes.

Los efectos del cambio del clima sobre la salud humana dependerán de los aumentos de la temperatura (especialmente de las temperaturas mínimas), de la humedad relativa y de las precipitaciones y estos efectos serán de dos tipos: directos e indirectos.

Los efectos directos se producen y se producirán, con mayor frecuencia como consecuencia del cambio global del clima, por el impacto de un elemento climático sobre las personas. Este es el caso de golpes de calor, insolación, cantidad de radiación UV-B, por disminución del ozono estratosférico, etc. Los trastornos así producidos serán: descomposición hídrica o electrolítica del medio interno, cáncer melánico o espino celular de piel y cataratas oculares.

Los efectos indirectos se producirán porque las nuevas condiciones climáticas permitirán que un agente vivo (bacterias, hongos, parásitos), o un vector (mosquitos, jejenes, chinches, garrapatas), tenga un ambiente favorable en lugares donde antes no lo tenía. Tal es el caso de los *Plasmodium* productores del paludismo, que no sobreviven en el interior de los mosquitos cuando la temperatura baja a valores menores de 16° C. En la misma enfermedad los mosquitos *Anopheles* no pican cuando la temperatura desciende por debajo de 20° C. Por ello, durante el período de transmisión epidémica, es necesario que no ocurran temperaturas mínimas inferiores a 16° C, así que como un porcentaje elevado de crepúsculos matutinos y vespertinos, tengan temperaturas superiores a 20° C, que permitan la picadura de los mosquitos.

Por otra parte, el aumento de la temperatura y la modificación de las condiciones de humedad relativa son importantes en la producción, permanencia y transporte de agentes químicos contaminantes y/o tóxicos. (WHO Task Group, 1990 y Carcavallo, et al. 1995).

Si las condiciones de clima cuasi estable del período instrumental, fueron las que caracterizan los promedios de ese período ¿cuántos días, con límites enervantes o superiores a éstos, pueden demostrar que nos encontramos en un período de transición hacia un cambio global del clima? Este es un interrogante difícil de responder; sólo nos queda la alternativa de adaptarnos o establecer estrategias para atenuar las emisiones invernaculantes y ozonolíticas, como limitar el consumismo, uso de energías alternativas, uso racional de los recursos naturales y desarrollo económico sustentable. De otro modo, el cambio y sus consecuencias serán inevitables.

Si bien el clima excitante no es el mejor para el Hombre actual, tampoco la Argentina ha poseído en el pasado climas enervantes con temperaturas del mes más frío superiores a 21° C, que conducen al Hombre a una inactividad intelectual y física.

Si se tiene en cuenta la distribución de las temperaturas del mes más frío que resulta del modelo SCIRO9, el que mejor simuló los climas futuros de América del Sur (Labraga, 1995), las provincias de Formosa y Chaco tendrán climas enervantes cuando los gases invernaculantes alcancen 700 ppmv. de CO₂ relativo. Esto se estima que puede llegar, con la tendencia actual de la intensidad del aumento de las emisiones, alrededor del año 2050. En el mapa de la Fig. N° 5, se pueden apreciar las temperaturas medias del mes más frío entre 22° C y 16° C, si se cumpliera la predicción del modelo SCIRO9 para 2x CO₂ de la concentración actual, sobrepuesto el mapa de número de especies de *Anopheles* en las provincias argentinas, que dan el escenario de la extensión que podría alcanzar el paludismo y otras enfermedades subtropicales y tropicales, si se cumpliera la predicción del SCIRO9 en el año 2050. Se debe entender lo dicho como una referencia general, pues más exacto será cuando se establezcan los valores de las temperaturas mínimas medias diarias.

También, en este mapa, se puede apreciar la extensión que tendrán los climas enervantes en el norte del país, en Formosa y provincias vecinas.

6. Nota adicional

El contenido de este trabajo fue preparado para una audiencia multidisciplinaria y expuesto en el Auditorio de la Sociedad Rural Argentina, calle Florida 460 de Buenos Aires Argentina, el 1º de Noviembre de 1995, pero parece conveniente agregar aquí una noticia llegada después de esa reunión, que tiene relación importante con este trabajo.

Se trata del informe de 1995, sobre la Segunda Evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio del Clima de la Reunión de Roma, Italia, realizada entre el 11-18 de Diciembre de 1995.

Se trata de un informe escrito y revisado por unos 2.000 expertos científicos y técnicos de 130 países durante dos años y medio, fundado en más

de 10.000 citas bibliográficas, que clarificará los conceptos de los climatólogos de promedios, que abundaron en nuestro país. El Secretario General del IPCC, Dr. Narisimhan Sundavaraman, en la Sesión de apertura, declaró a la audiencia que los científicos habían hecho progresos desde el informe de 1990, por cuanto esta vez el informe registra «una influencia humana notable sobre el clima». El Secretario General de la OMM, Dr. Godwin Obasi, destacó que la afirmación fue el resultado más notable de este 2º informe, al constituir un aviso para la Humanidad, que se ha pasado el punto más allá del cual, el uso sustentable de la atmósfera y como un vaciadero altamente móvil de la basura humana, es posible sin serias consecuencias. Es la primera vez que se reconoce, en tan alta tribuna, que el Cambio Global del Clima ha comenzado.

Bibliografía

Budyko, M.I.; I.I. Borzenkova; G.V. Menzhulin y I.A. Shiklomanov, 1994. «Cambios antropogénicos del clima en América del Sur». 223pp. mapas, gráficos y cuadros. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria nº19.

Carcavallo, R.U.; S.I. Curto de Casas y J.J. Burgos, 1995. «Blood-Feeding Diptera: Epidemiological significance and relation to the Climate Change». p. 35-65 en Entomología y Vectores, Vol. 2 Nº 2-3, Abril-Julio, 1995.

Clark, W.C., 1986. «Sustainable development of the biosphere: themes for a research program», p.5-48. En «Sustainable development of the Biosphere». International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, Austria.

Copps, S., 1995. Comentario sobre: «Summer '95 one for the record». Gercr. vol. VII, Nº 19, p. 6, Oct. 1995.

Erikson, H.; J. Krog; K. Andersen y P.F. Scholander, 1956. «The critical temperature in Naked Man». Act. Physiol. Scandinav., 37: 35-39.

Frenzel, B.; M. Pécsi y A.A. Velichko (Eds.), 1992. «Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the Northern Hemisphere». 153 pp. Geographical Research Institute Hungarian Academy of Science, Budapest. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart, Jena, New York. Budapest, 1992.

Kleiber, M., 1961. «The Fire of Life». An Introduction to Animal Energetics. 454pp. John Wiley and Sons. Inc. Publ. USA.

Labraga, J.C., 1994. «The climate change in South America due to a doubling in the CO₂ concentration: intercomparison of general circulation models equilibrium experiments». Submitted to International Journal of Climatology. 16p. and Figs.

Labraga, J.C., 1995. «Evaluation of GCM performance in the South American region». 5p. tablas, 1 mapa, CENPAT, en prensa.

Phillips, D., 1995. «Summer '95 one for the record». 7 p. Environment Canada Enquiry Centre, Toronto, Canada.

WHO, Task Group, 1990. «Potential health effects of climate change», 558 pp. World Health Organization, Geneva.

Cuadro Nº 1.

Bioclimas para la actividad física e intelectual del Hombre (Burgos, 1976).

- Período libre de heladas < 150 días
- Temp. media mes más caliente < 10-15°C.
- Sin forestales ni agricultura de desarrollo.
- Clima **DEPRESIVO**, no industrial.

- Período libre de heladas > 150 días
- Temp. media mes más caliente 15-18°C.
- Con aptitud forestal y agricultura de desarrollo.
- Clima **ESTIMULANTE**, óptimo para la actividad industrial.

- Período libre de heladas > 150 días
- Temp. media mes más caliente 18-21°C.
- Con agricultura y capacidad forestal.
- Clima **SEDANTE**, subóptimo para la actividad industrial.

- Temp. media mes más caliente > 21°
- Temp. media del mes más frío < 21°C.
- Con agricultura y capacidad forestal.
- Clima **EXCITANTE**, medianamente apto para la industria.

- Temp. media del mes más frío > 21°C.
- Con agricultura y capacidad forestal.
- Clima **ENERVANTE**, no industrial.

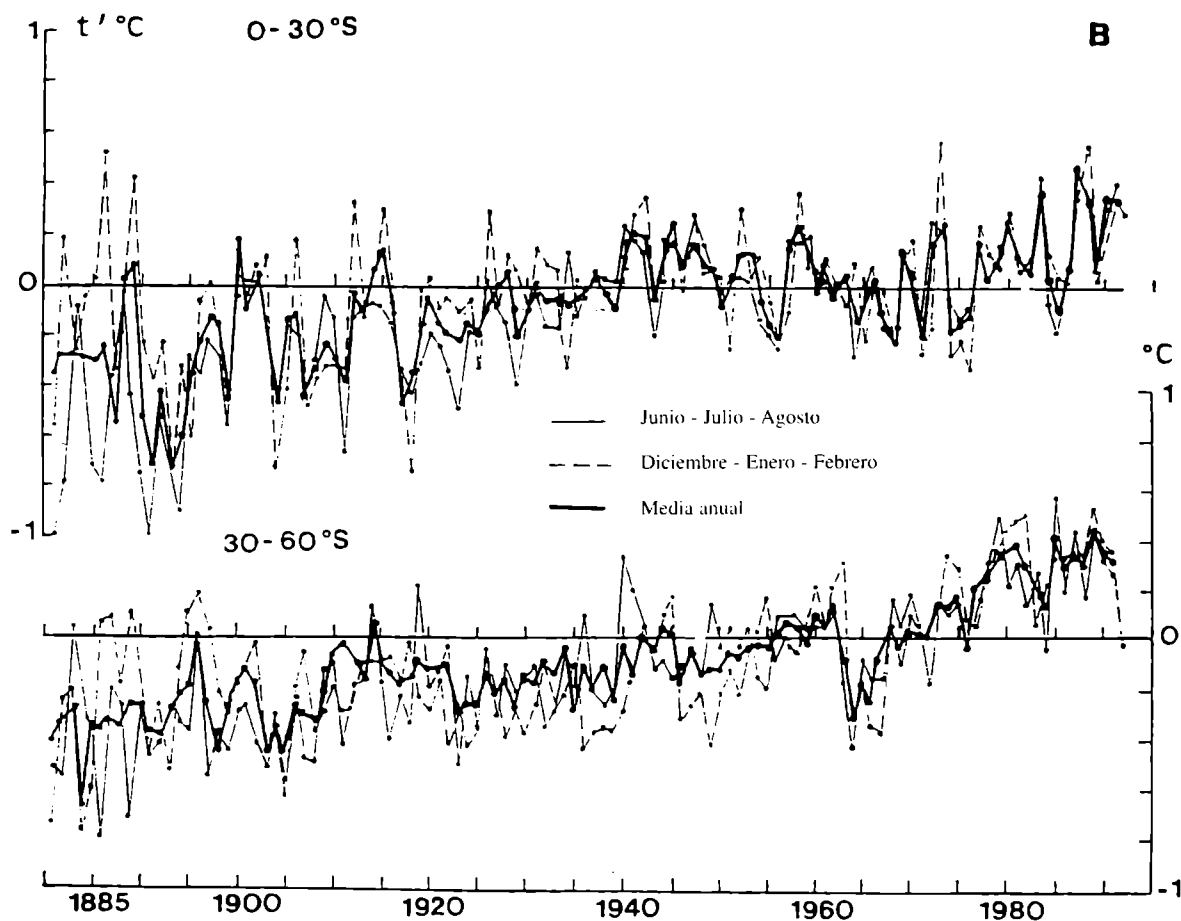
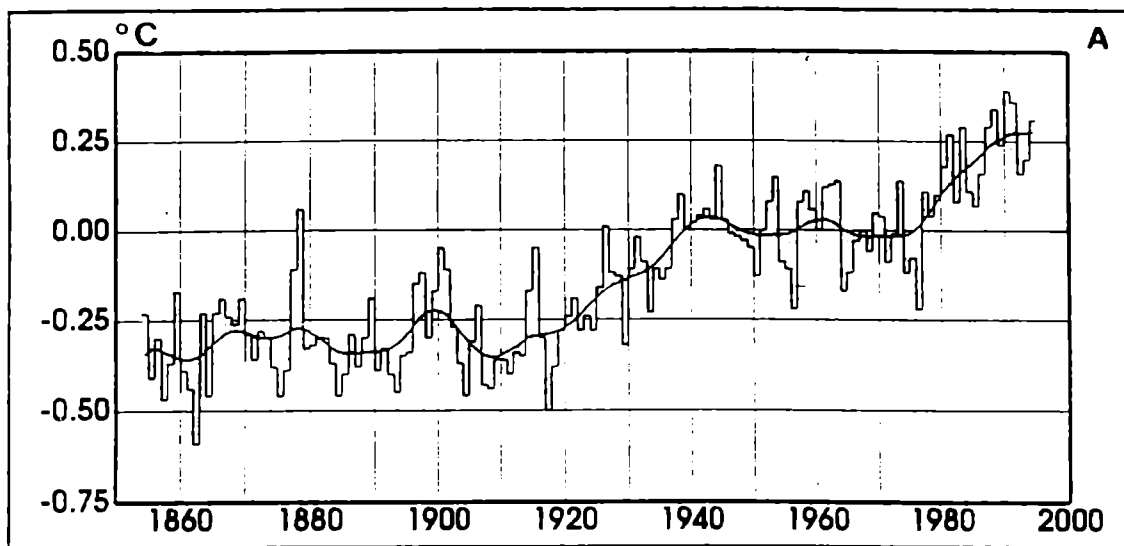


Fig. Nº 1. Variación de la temperatura sobre la superficie de la Tierra en los últimos 100 años.

A - Valores anuales y curva suavizada de la temperatura del aire global de la Tierra (Climatic Research Unit. University East Anglia & Hardley Centre, Braknell, U.K., 1996).

B- Temperatura del aire en el Hemisferio Sur, 0-30° y 30-60° Sur (Budyko et al. 1995).

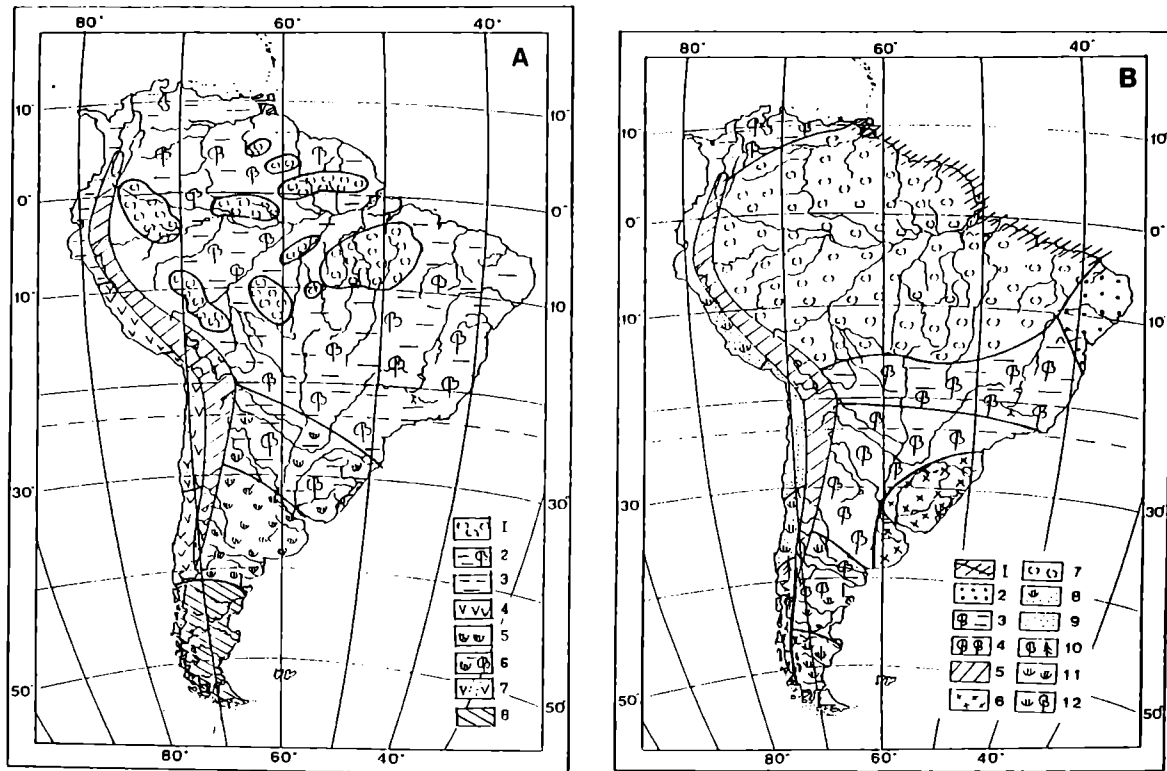


Fig. Nº 2. Grandes Biomas Naturales de América del Sur en el pasado geológico cercano.

A- Durante el Optimo del Holoceno (6-5 mil años AP) y durante el Ultimo Interglacial (125mil años AP).

Referencias: 1) territorial y temporariamente inundado, 2) Bosque esclerófilo, 3) Selva tropical y subtropical, 4) Bosque tropical caducifolio, 5) Pastizal andino, Bosque, Hielo, 6) Pampa, estepa templada, 7) Bosque tropical siempre verde, Semi-desierto con arbustos y pastizales, 9) Desierto, 10) Bosque templado, 11) Pastizales (estepa), 12) Pastizales con parque.

B- Durante el Ultimo período glacial (18.000 años AP).

Referencias: 1) Bosque tropical siempre verde, 2) Sabana tropical y subtropical, 3) Sabana xerófila, 4) Desierto, 5) Estepa fría y xerófila, 6) Sabana y Parque xerófilo, 7) Desierto, B) Territorio glaciado completo y tundra.

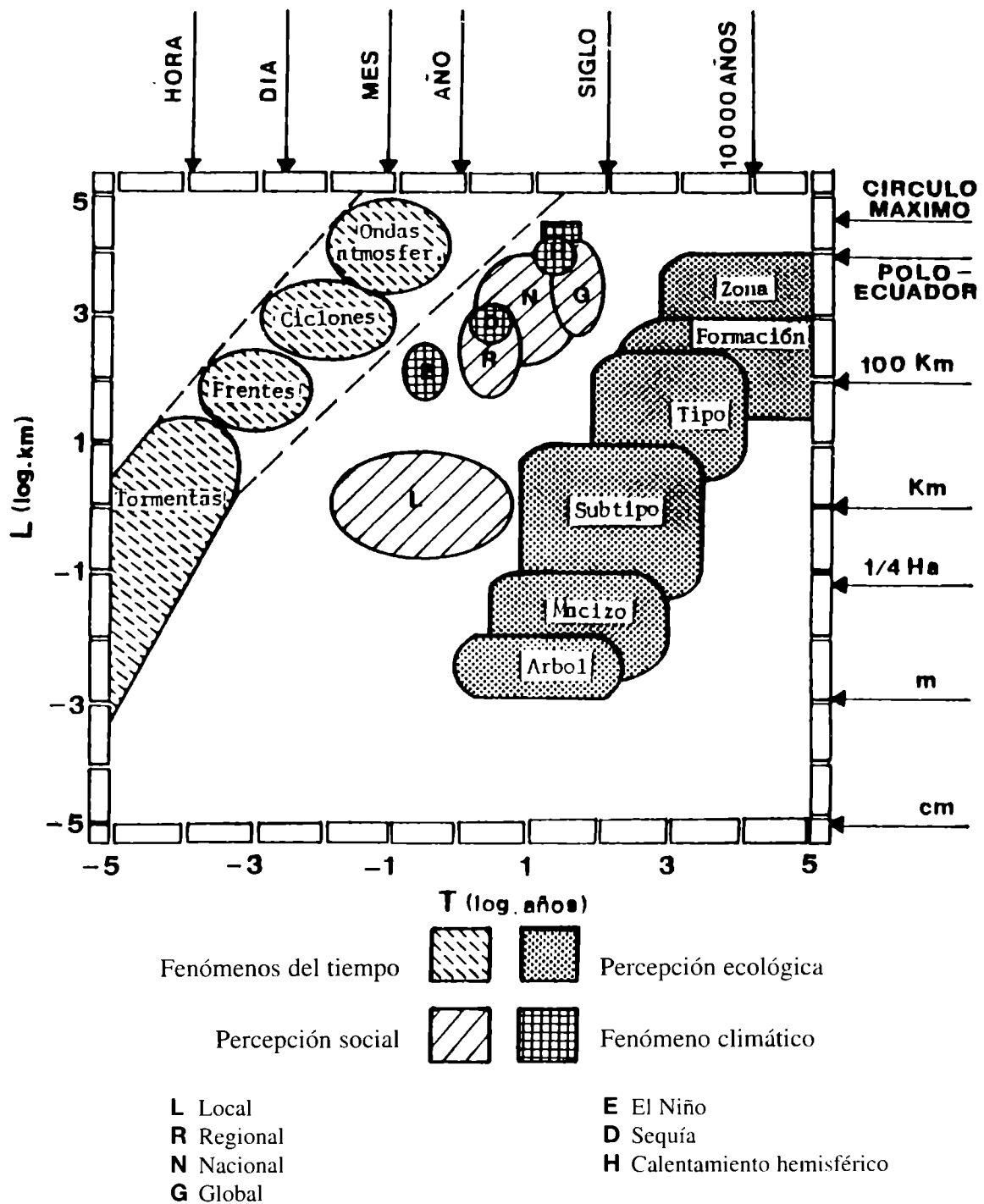
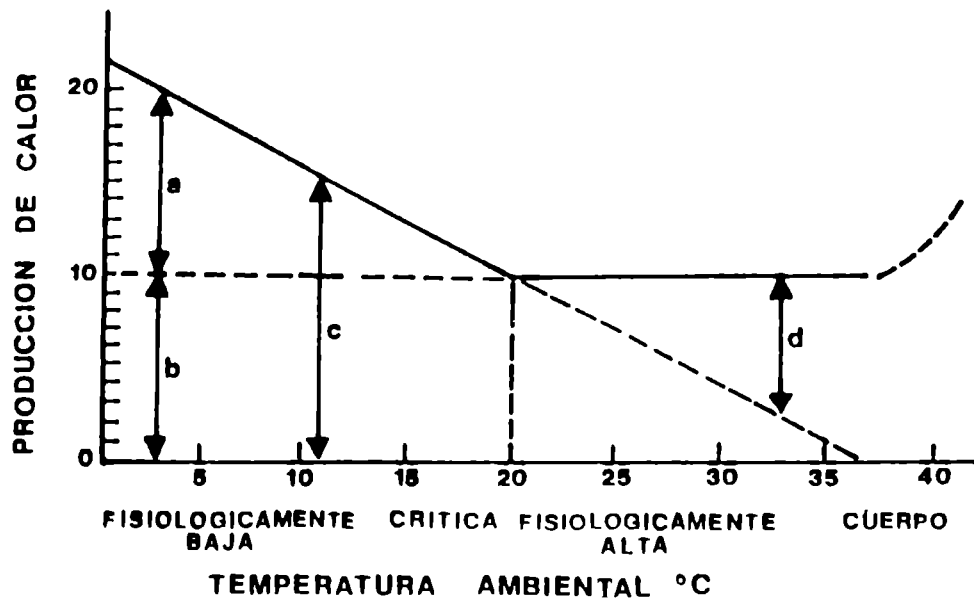


Fig. Nº 3. Escalas temporales y espaciales entre climas, ecosistemas y asociaciones perceptivas (Clark, 1986).



- a) Calor adicional para mantener el cuerpo caliente.
- b) Producción mínima de calor
- c) Requerimiento de calor
- d) Exceso de calor por evaporación

Fig. Nº 4. Relación entre el metabolismo calórico de los animales homeotermos y la temperatura ambiental (Kleiber, 1961).

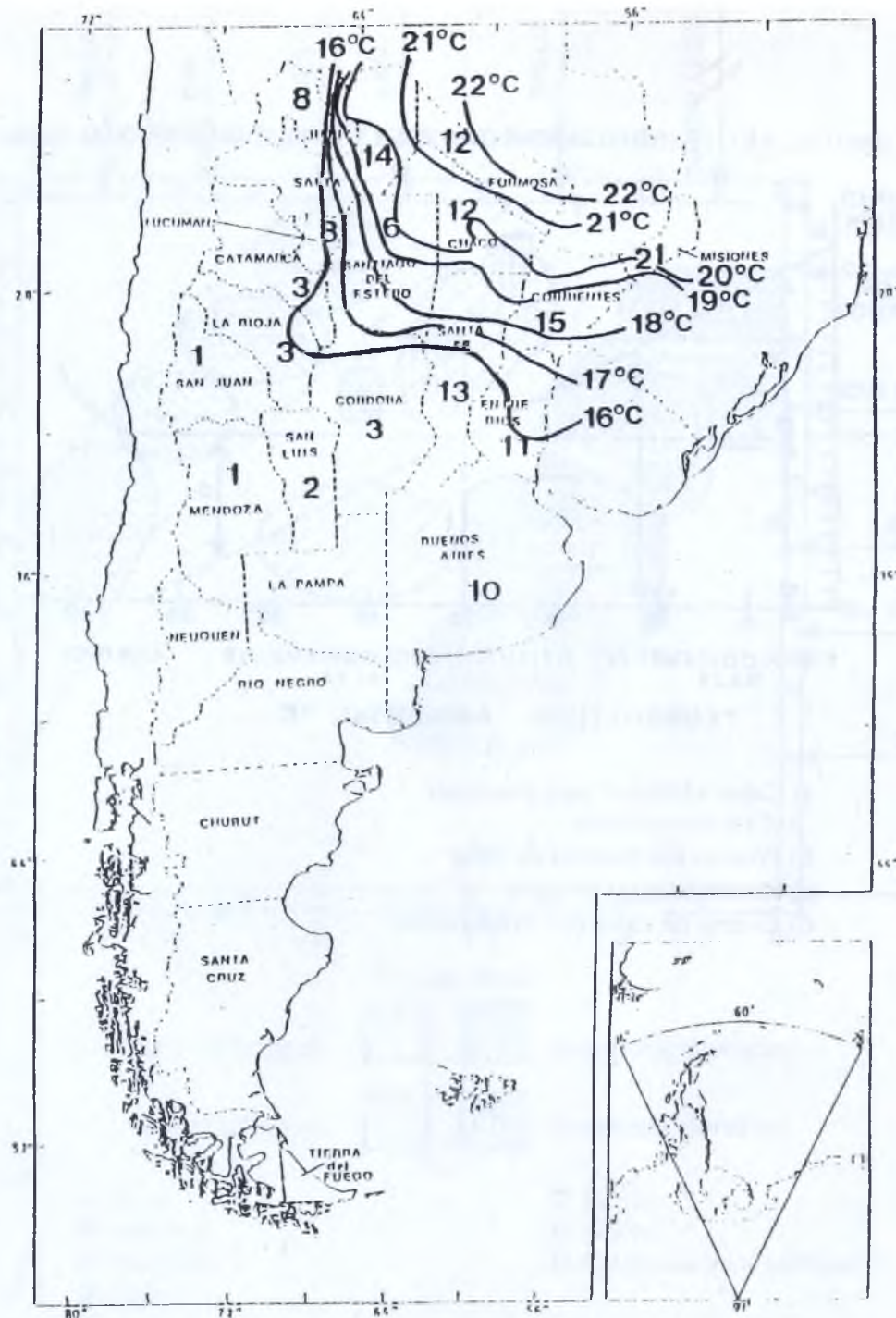


Fig. Nº 5. Temperatura media del aire del mes más frío (Julio) en el centro oeste del país predicho por el modelo numérico CSIRO9 para 2 x CO₂ de concentración en la atmósfera, sobrepuesto al mapa con número de especies del mosquito Anopheles detectados en cada provincia de la República Argentina, (Carcavallo et al., 1995).