

EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ  
DE TEMPORAL EN TAMAULIPAS, MÉXICO

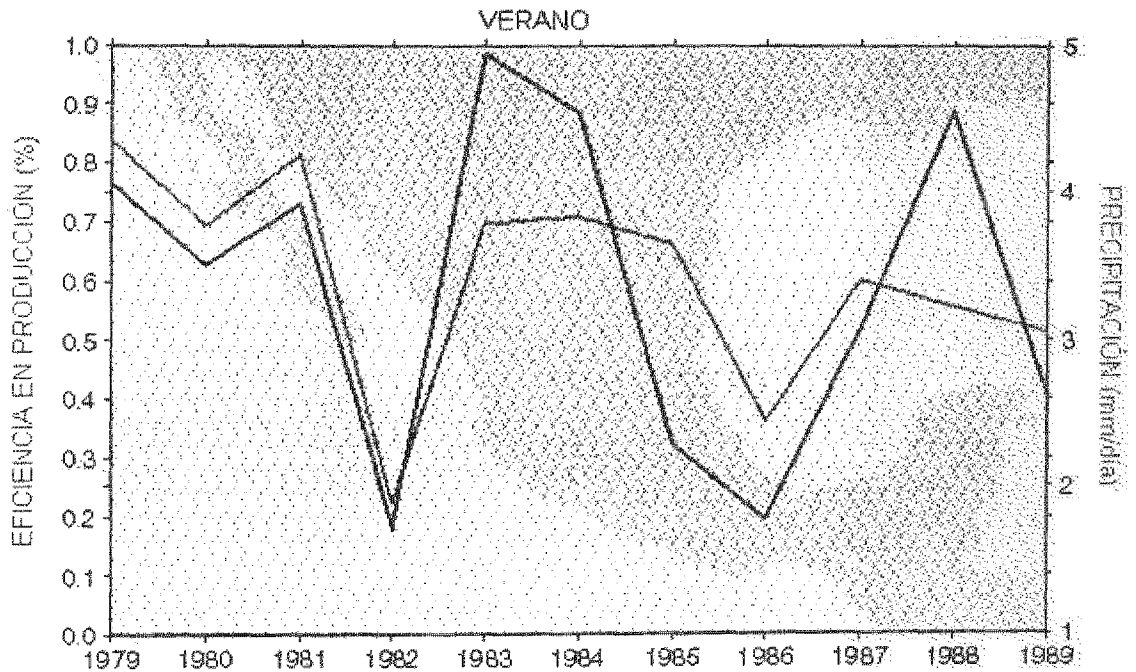
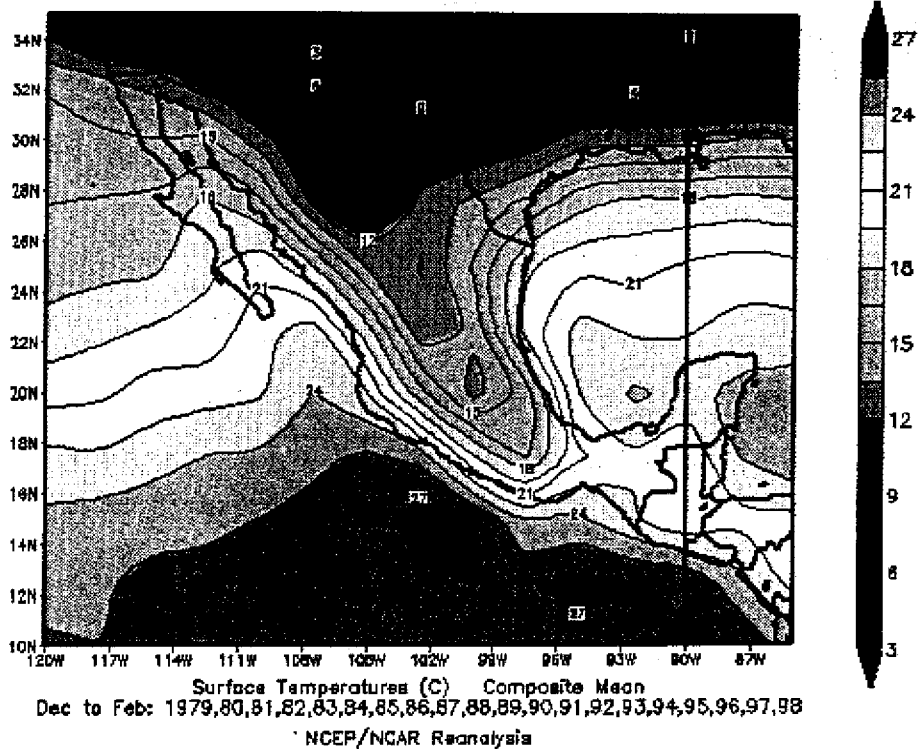


Fig. 8. Eficiencia en la producción de maíz de temporal del ciclo primavera-verano en el Estado de Tamaulipas (%) (línea roja) y precipitación promedio diaria (mm/día) (línea azul).

## 6. Las condiciones durante el Invierno 98-99

Los inviernos en la República Mexicana se caracterizan por fríos intensos en el norte de México, principalmente en las zonas altas. La zona sur del país sin embargo, mantiene condiciones templadas, con temperaturas elevadas junto a las costas (Fig. 9a). El invierno en México corresponde en general a condiciones de poca precipitación en lo que se conoce como la temporada de secas (Fig. 9b), con excepción de algunas regiones del noroeste y del Golfo de México, donde la acción de los llamados Nortes o frentes fríos inducen precipitaciones en estos meses.

a)



b)

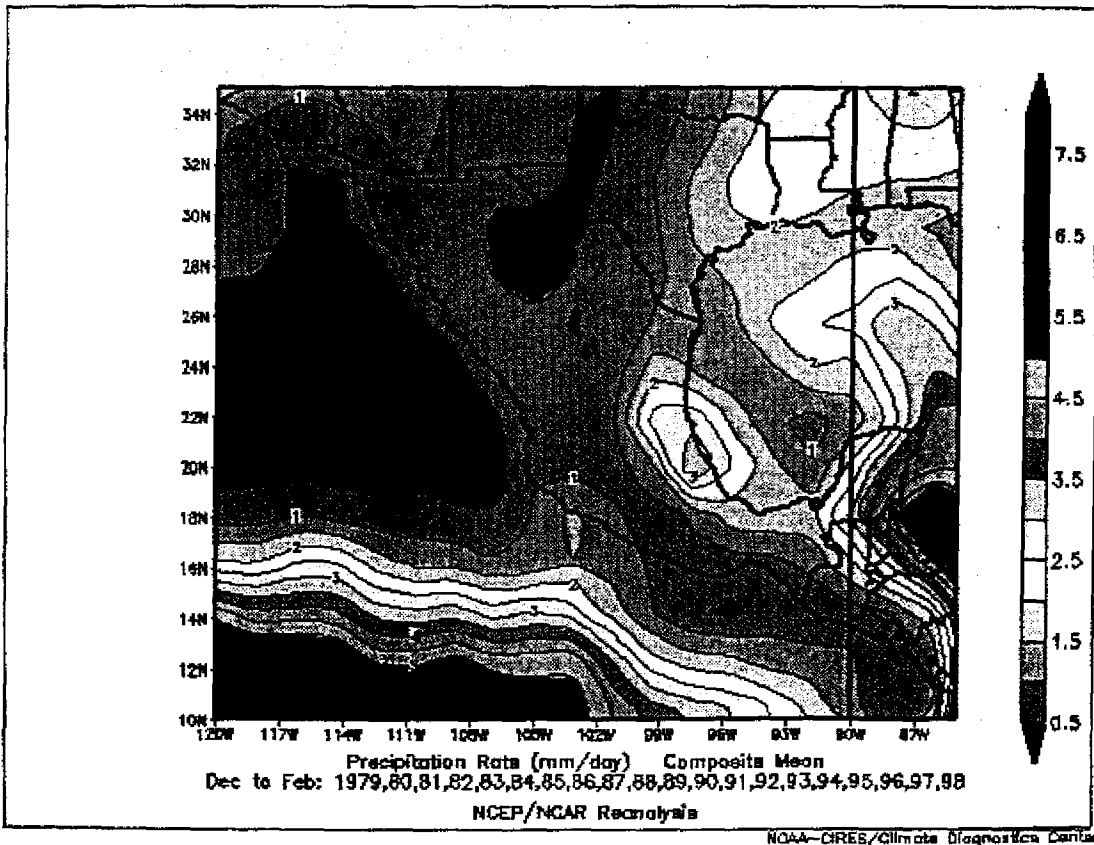


Fig. 9 Condiciones medias de invierno (dic-ene-feb) sobre México, en a) temperatura de superficie (°C) y b) en razón diaria de precipitación (mm/día).

En los últimos meses de 1998, los medios de comunicación difundieron la noticia de que el invierno 98-99 en México sería uno de los más crudos de la historia. No se dijo sin embargo, cuales eran las bases de tal afirmación. Para los meses de invierno 98-99 se esperaba un rápido establecimiento de condiciones de La Niña en el océano Pacífico. Las anomalías negativas en la temperatura de la superficie del mar del océano Pacífico del este caracterizan a este fenómeno. Se examinaron condiciones climáticas en México durante inviernos de La Niña pasados para realizar pronósticos estacionales.

El método de pronóstico estacional del clima mediante análogos se basa en examinar cuales son las anomalías de temperatura y precipitación observadas en años previos de Niño o Niña. Así, los pronósticos de temperatura de superficie para el presente año de La Niña se pueden realizar a partir de las situaciones observadas en los inviernos 70-71, 73-74, 75-76 y 88-89, cuando este fenómeno estuvo presente (Fig. 10).

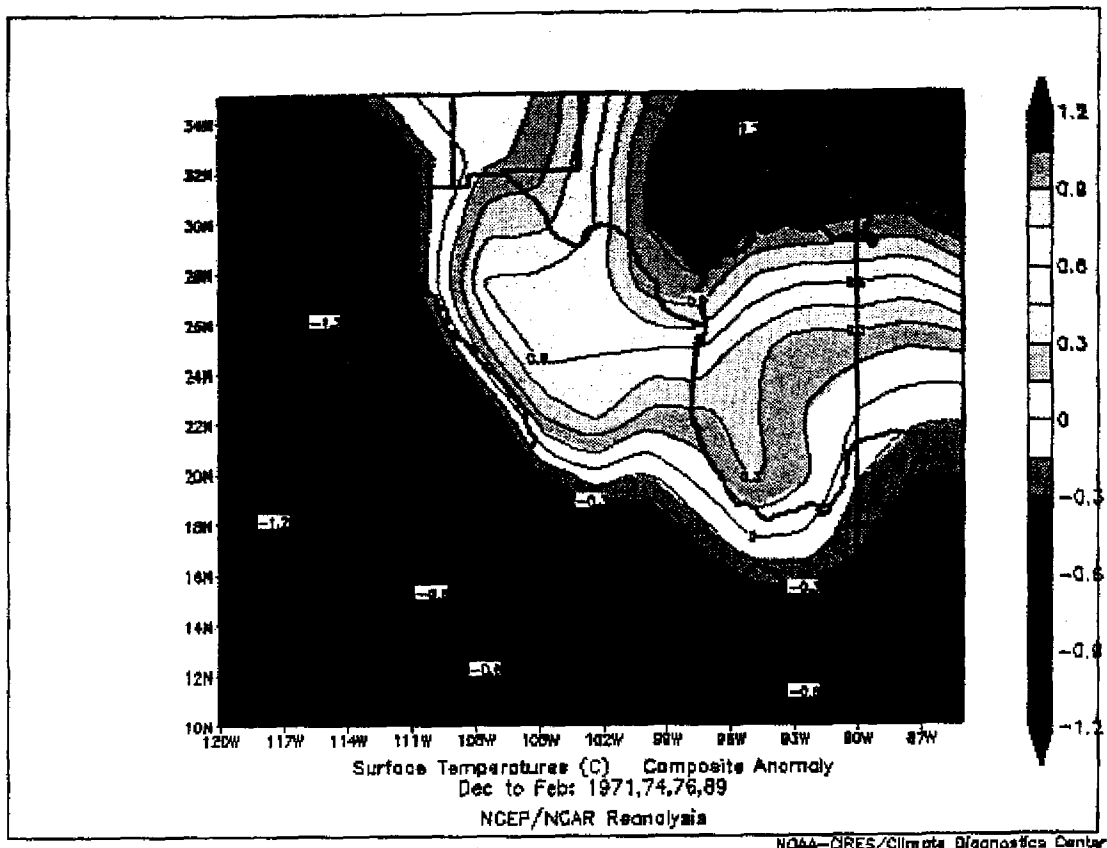


Fig. 10 Anomalías de temperatura de superficie (C) durante inviernos de La Niña.

Como se puede observar, sólo la región de la península de Baja California y parte de Sonora presentan anomalías negativas de temperatura. La mayor parte de México muestra anomalías positivas. En otras palabras, en el primer caso se esperaba que las temperaturas estuvieran ligeramente por debajo de lo normal, mientras que en el segundo estarán por encima de lo normal. Es importante notar que se habla de anomalías promedio cuya magnitud está alrededor de 1C. Es claro que en el invierno se presentan días de frío intenso, principalmente en las partes altas del país como sierras y montañas, pero tal condición es independiente de que se trate de condiciones de Niño o Niña.

Por otra parte, era muy probable que no se presentaran precipitaciones intensas en el noroeste mexicano ya que esto sólo ocurre en años de Niño y no de Niña. Por tanto, un

pronóstico basado en análogos para el invierno de 1998-99 fue como el mostrado en la Figura 11

El pasado invierno 98-99 no fue uno de los más fríos de nuestra historia. Los diagnósticos y pronósticos así lo indicaron. En México, los inviernos con temperaturas muy bajas, son característicos de la zona norte, principalmente en las regiones montañosas altas. Por ello, se recomienda que tanto en agricultura, como en protección civil o en el sector salud se tomen las medidas necesarias para enfrentar las bajas temperaturas que año con año ocurren en México. Las medidas de precaución nunca están de sobra, pero tampoco es recomendable alarmar a la población con afirmaciones sin fundamento, como aquella de que viviríamos condiciones cercanas a "una glaciación".

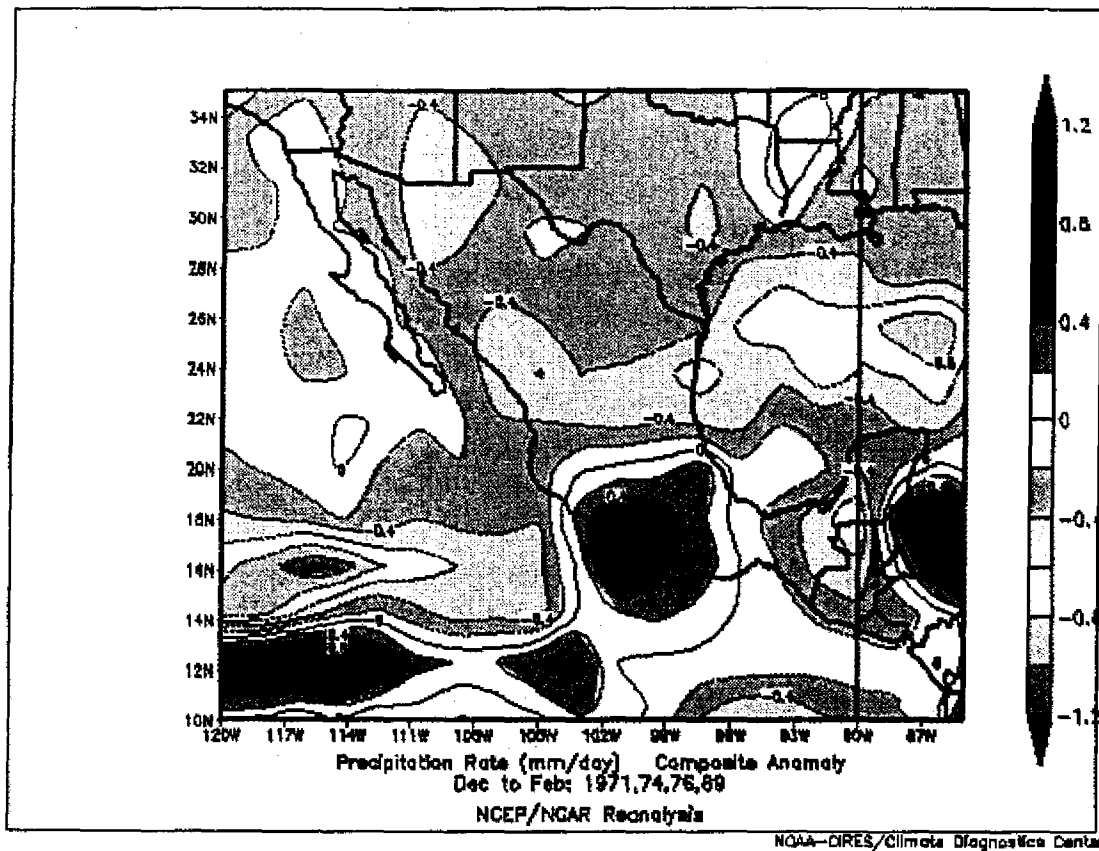


Fig. 11 Anomalías de la razón de la precipitación invernal (mm/día).

## **7. El invierno de 1998-99 y el cambio climático**

Mucho se ha especulado sobre la relación que guardan las fluctuaciones climáticas durante El Niño o La Niña y el cambio climático. Aunque existen muchos resultados que apuntan hacia un calentamiento gradual del planeta por el efecto del aumento en la concentración de gases de invernadero, no es claro que los cambios en el clima observados en los últimos dos años sean consecuencia directa de la acción del hombre. Los fenómenos El Niño y La Niña son parte de la forma en que el clima de nuestro planeta varía y no el resultado de la contaminación atmosférica que de épocas recientes. Se ha especulado también que quizá el calentamiento del planeta a escala global en el último siglo ha incrementado la ocurrencia de El Niño (La Niña) y su intensidad. Sin embargo, no existen pruebas contundentes al respecto. Por tanto cualquier sugerencia de que el frío o el calor en extremo de los últimos años es manifestación del cambio climático resulta únicamente especulación, principalmente cuando se consideran fluctuaciones a escala regional.

Existen sin embargo, análisis que muestran que los últimos años han sido los más calientes durante más de un siglo, lo cual nos debe hacer reflexionar sobre los procesos que modulan el clima en estas escalas de tiempo. La tendencia al calentamiento se ha detectado también en México, por lo que esperar un enfriamiento extremo para el próximo invierno por causa del cambio climático parece contradictorio.

Los trabajos en el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático y de otros grupos internacionales de científicos atmosféricos indican que a futuro, los estudios de cambio climático regional deberán ser prioritarios.

La frase "cambio climático" se ha vuelto común en años recientes, conforme los problemas ambientales se hacen más conocidos en la sociedad. Muchas opiniones se han expresado al respecto, que van desde las más pesimistas, hasta las de completa indiferencia. En el presente resumen, se presenta un panorama general del cambio climático, tratando principalmente de poner en la mente de aquellos encargados de tomar decisiones, cuales son los hechos, las dudas, y en que se basan aquellos que sugieren acciones inmediatas contra la influencia humana, así como opiniones de los que consideran que en realidad nada preocupante está pasando con el clima. Al mismo tiempo, se analiza lo que se conoce como variabilidad climática, para poder establecer en que medida lo observado y lo pronosticado es de origen natural o antropogénico.

El sistema climático es un conjunto de elementos como la atmósfera, el océano, la biosfera, los mares de hielo, etc. Las complejas interacciones entre estos elementos resultan en condiciones que permiten la vida en el planeta tal y como la conocemos. Así, la existencia de una atmósfera con gases de invernadero como el vapor de agua, el bióxido de carbono, el metano, etc, permite que la temperatura superficial del planeta sea ligeramente mayor ( $\sim 30^{\circ}\text{C}$ ) de lo que sería en un planeta sin atmósfera.

Desde la formación de la atmósfera terrestre, el papel que han jugado los gases de invernadero ha sido primordial en la generación de las distintas regiones climáticas que hoy conocemos. La radiación proveniente del Sol está concentrada principalmente en longitudes de onda corta, que en gran medida ( $\sim 70\%$ ) puede alcanzar la superficie de la Tierra. Esta energía calienta el planeta, que a su vez, emite energía al espacio y a la atmósfera en longitudes de onda larga, dado que la temperatura de nuestro planeta es mucho menor que la del Sol. Parte de esta energía en onda larga, es atrapada por los gases de invernadero y remitida a la superficie. Como en el largo plazo debe existir un balance energético entre la energía que se recibe y la que sale, la superficie de la Tierra eleva su temperatura y emite ese "exceso de energía". Si se aumenta la concentración de un gas de invernadero, tal como el bióxido de carbono, más energía en onda larga quedará atrapada y la temperatura del planeta aumentará para emitir más energía y mantener el balance. Tal es el principio del Efecto Invernadero.

Registros paleoclimáticos muestran que fluctuaciones en las concentraciones de bióxido de carbono y metano llevan a cambios en la temperatura del planeta de unos cuantos grados. Bajo tal escenario, se piensa que el creciente aumento en las concentraciones de bióxido de carbono debido a la quema de combustibles fósiles y la tala inmoderada de árboles desde el siglo pasado producirá, no tan sólo un aumento en la temperatura del planeta, sino cambios en los regímenes de lluvia y el clima en general.

De acuerdo a principios físicos, los cambios observados en el clima parecen corresponder a los esperados bajo un escenario de aumento de los gases de invernadero. Así, la temperatura global del planeta parece estar aumentando desde el siglo pasado. Estos cambios parecen ser más claros en las latitudes altas, como pronostican los modelos del clima. Otro punto que parece confirmar los cambios del clima asociados con el aumento de los gases de invernadero radica en el hecho de que la estratosfera ( $\sim$  a 50 km. de altura), parece estarse enfriando, como sucede al

aumentar las concentraciones de CO<sub>2</sub> y con ello las emisiones radiactivas de esta parte del planeta. También se ha encontrado que los niveles del mar están aumentando, los casquetes polares disminuyendo, los hielos de las montañas (glaciares) se han contraído, etc. Lo anterior parece confirmar las predicciones de que el hombre está modificando el clima. Debe recordarse además que cambio climático no se reduce simplemente a calentamiento global. El término es mucho más amplio e incluye los cambios en el ciclo hidrológico del planeta, que en general son más difíciles de cuantificar.

Existen sin embargo, dudas de algunos sectores en cuanto a la existencia real de un cambio climático. Quizá el mayor reto de los científicos a favor de la existencia de un cambio climático está en separar la variabilidad natural del sistema clima, de las modificaciones producidas por la actividad humana, principalmente en lo relacionado al aumento de los gases de invernadero. Uno de los mayores problemas que enfrenta esta hipótesis, es el hecho de que los escenarios a futuro se basan en modelos, que aunque contruidos a partir de principios físicos, son imperfectos. Por otro lado, los registros globales de temperatura con los que se cuenta son relativamente cortos (menos de 100 años) y con tendencia al aumento de la temperatura global menor a la pronosticada por los modelos. En cuanto a los procesos del ciclo hidrológico, se debe reconocer que son comparativamente menos claros que los del efecto invernadero. Las fallas de los modelos climáticos están en gran medida relacionadas en la simplicidad con la que se representan las nubes, debido a que estas resultan de una serie de intrincados procesos en toda la gama de escalas espaciales.

La retroalimentación entre los elementos del sistema climático resulta de gran importancia cuando se trata de evaluar la magnitud del cambio climático. Por ejemplo, a mayor temperatura se espera mayor evaporación y posiblemente mas nubes. Esto produciría que mayor radiación solar fuera reflejada y por tanto un ligero enfriamiento. Sin embargo, hay que recordar que el vapor de agua es el mayor gas de invernadero y que al aumentar tendería a incrementar el calentamiento del planeta. ¿Cuál de estos dos efectos es de mayor importancia? Muchos más procesos de retroalimentación están por enfrentarse, como son el de los aerosoles, los mares de hielo, etc.

Ante este panorama, los políticos y tomadores de decisiones en general se encuentran ante la necesidad de pesar las evidencias e incertidumbre científicas contra el costo de tomar o no tomar acciones contra el cambio climático y sus consecuencias. En cada



caso será necesario tomar en cuenta el Principio de Precautoriedad, ya expresado en reuniones como la de Río de Janeiro en 1992, bajo el cual este principio debe ser aplicado de acuerdo a las posibilidades de cada estado. Donde haya amenazas de daños serios o irreversibles las dudas científicas no deben ser usadas como pretexto para posponer la toma de decisiones para evitar la degradación del medio ambiente. La actitud de esperar y ver que pasa, sería irresponsable e inadecuada. En todo caso, será necesario aumentar los estudios no tan solo de la física del problema, sino de los aspectos económicos y sociales del problema.