

## Greenfreeze: una alternativa para la capa de ozono

GREENPEACE MÉXICO

La Organización Mundial Meteorológica (OMM) reportó, en septiembre de 1995, que el agujero en la capa de ozono sobre la Antártida cubría un área aproximada de 10 millones de kilómetros cuadrados, casi el tamaño de Europa. Por su parte, científicos reportaron, en marzo del mismo año, una alarmante disminución, del 20 al 30 por ciento en promedio, de la capa de ozono sobre el Ártico.

Se calcula que el periodo más vulnerable de la capa de ozono ocurrirá entre 1998 y el año 2000, cuando los niveles de cloro y bromo acumulados en la atmósfera, debidos a la actividad humana, alcancen su mayor intensidad. Paralelamente, se espera también la presencia de niveles más altos de radiación ultravioleta (UV-B, ver cuadro 1). Que se cumpla esta proyección depende de la adecuación a controles en la producción de sustancias responsables del agotamiento de la capa de ozono en los términos del Protocolo de Montreal y sus enmiendas, y de si todas las naciones se adhieren al régimen total de esos controles. Depende también de las proyecciones científicas que hasta ahora han subestimado los niveles percibidos de adelgazamiento de la capa de ozono. Hay, ciertamente, lugar para sorpresas más desagradables.

Cuadro 1

<b>Cuadro 1.</b>	<b>Impactos de la radiación ultravioleta (uv-B) sobre la biósfera y los seres humanos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos en los procesos vitales, desde mutaciones del material genético en el ADN hasta la productividad de las plantas.</li> <li>• Impactos en los ecosistemas acuáticos marinos, desde el daño al fitoplancton en el inicio de la cadena alimenticia hasta la supervivencia de las grandes ballenas.</li> <li>• Impactos en los ecosistemas acuáticos de agua dulce, desde la reducción en las poblaciones de algas hasta la muerte de huevecillos de rana y cardúmenes de pececillos.</li> <li>• Impactos en ecosistemas terrestres, desde la salud de árboles individuales hasta la estabilidad de los grandes bosques.</li> <li>• Impactos en la salud humana, desde quemaduras causadas por el sol hasta cáncer de piel; desde depresión del sistema inmunológico hasta ceguera.</li> <li>• Impactos en el bienestar humano, desde el temor a enfermedades hasta la estabilidad del abasto de alimentos.</li> <li>• Impactos en la química ambiental, desde incrementos en el esmog fotoquímico hasta disminuciones en la calidad del agua.</li> <li>• Impactos en los materiales, desde plásticos hechos por el hombre hasta lanas y fibras naturales.</li> <li>• Impactos en los ciclos biogeoquímicos, desde el ciclo del carbono, que afecta el clima global, hasta los ciclos del azufre y nitrógeno, los cuales sostienen la vida en el planeta.</li> <li>• Impactos en el clima, desde lluvias locales hasta el calentamiento global.</li> </ul>	

Capa de ozono:  
escudo natural del planeta

La capa de ozono es una cubierta gaseosa que envuelve a la Tierra protegiéndola de los rayos ultravioleta del sol. Los niveles de este gas varían mensualmente, pero desde hace dos décadas se ha demostrado que este escudo natural está siendo destruido por sustancias químicas elaboradas por el hombre y que incluyen al cloro en su composición. Entre estas sustancias se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Los CFC fueron descubiertos a principios de siglo, pero no fue sino hasta la década de los treinta cuando comenzaron sus aplicaciones técnicas: el diclorodifluorometano (CFC-12) como gas refrigerante, y el triclorofluorometano (CFC-11) como agente espumante en las espumas de aislamiento térmico de los refrigeradores. A partir de 1936 los CFC fueron introducidos masivamente al mercado en forma de aerosoles: esprays para el cabello, desodorantes, esencias, cremas de afeitar, perfumes, pegamentos, pinturas y barnices. Las aplicaciones de los CFC experimentaron un boom en los años setenta y su uso se extendió a los agentes limpiadores, a la industria eléctrica y textil, como propelentes para plásticos y en extinguidores.

En 1974 comenzaron las sospechas de que los CFC pueden destruir la capa de ozono atmosférico, pero no fue sino hasta 1987, con la firma del Protocolo de Montreal, que se acordó su eliminación progresiva mediante la reducción de su producción y usos. Desde 1995 los países industrializados han prohibido los CFC y se espera que hacia el año 2030 se eliminarán también los HCFC. Aunque estas medidas representan una ayuda para remediar el daño ocasionado a la capa de ozono, la OMM estima que no será sino hasta la segunda mitad del siglo XXI cuando se pueda esperar la restauración del agujero en la Antártida.

#### Búsqueda de alternativas

Pese a sus limitados alcances, los acuerdos del Protocolo de Montreal se tomaron con la oposición abierta de la industria química. Transnacionales como la Dupont presionaron para que la elección de sustitutos de los CFC se orientara hacia químicos patentados por la misma empresa, a pesar de las advertencias hechas por científicos acerca del grave impacto ambiental que el uso masivo de estos productos también podría acarrear. Fue así como la industria de la refrigeración, a principios de los noventa, comenzó a utilizar como agente refrigerante el HFC-134a y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC, una mezcla de CFC semihalogenados) como agentes espumantes.

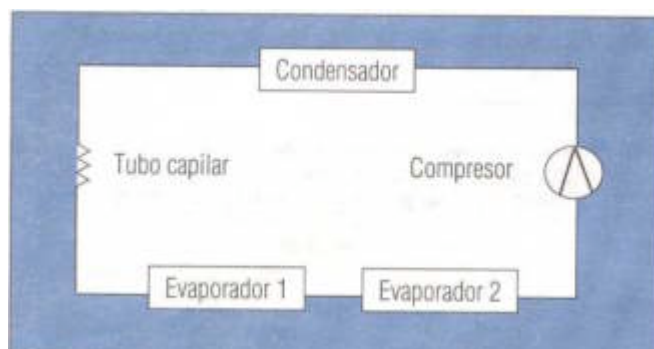
Cuando el CFC-12 fue sustituido por HFC-134a, quedaba aparentemente resuelto el problema de la emisión de sustancias perjudiciales para la capa de ozono por parte de la industria de la refrigeración. Sin embargo, el HFC es uno de los responsables del llamado efecto invernadero, es decir, del calentamiento del planeta.

En casi todas las áreas de aplicación de CFC, HCFC o HFC hay alternativas benignas para el ambiente. No obstante, o no tienen patente, lo que significa que su difusión no enriquecerá a nadie en especial, o se mantienen muy marginadas frente a los grandes intereses de las transnacionales químicas. Por esta razón, en 1992 Greenpeace

ayudó técnica y financieramente a la empresa alemana Foron para fabricar un refrigerador que no utilizara CFC o sus sustitutos. En menos de un año salieron al mercado los primeros diez prototipos que utilizaban como refrigerante una mezcla de hidrocarburos. Había nacido la tecnología Greenfreeze, libre de CFC y HFC y basada en hidrocarburos naturales (isobutano, o bien, una mezcla de propano e isobutano).

### El ciclo de la refrigeración

Cada refrigerador necesita un fluido circulando en un circuito hermético para generar frío. Dicho circuito consiste en un compresor, un condensador, un tubo capilar y un evaporador, como se ilustra en el siguiente esquema:



En este proceso, los refrigerantes sustitutos del CFC-12, con un potencial de agotamiento de ozono (PAO) nulo, tienen que cumplir varios requerimientos que sólo cumplen el hidrofluorocarbono (HFC-134a) o la tecnología Greenfreeze.

Además de las cualidades inherentes al refrigerante, el desempeño energético y la eficiencia del refrigerador dependen del aislamiento térmico de la cabina. Este se logra mediante la aplicación de espumas aislantes de poliuretano rígido (PUR) en la cabina. Para producir estas espumas se utilizan agentes espumantes, entre los CFC-11 aquellos que se ajustan a los requerimientos son el HCFC-141b y el ciclopentano utilizado en la tecnología Greenfreeze.

### Una alternativa real

Mientras que los Estados Unidos y Japón han optado por el HFC-134a, la industria europea, que primero utilizó HFC, se ha decidido finalmente por la tecnología Greenfreeze. Una revisión comparativa de ambas alternativas arroja mayor luz sobre las verdaderas posibilidades de cada una.

1. Compatibilidad ambiental. Respecto a los agentes utilizados en espumas aislantes, el HCFC-141b tiene uno de los más altos potenciales de agotamiento del ozono (PAO); además, su potencial de efecto invernadero (PEI) es 1800 veces mayor al del CO<sub>2</sub> en un periodo de 20 años. El ciclopentano, por su parte, tiene un PAO de cero y un PEI muy bajo.

Respecto a las alternativas en refrigerantes, los hidrocarburos son ambientalmente benignos ya que tienen un PAO de cero y un PEI muy bajo. El HFC-134a, en comparación, es un fluorocarbono parcialmente halogenado que no contiene cloro, por lo que no está

directamente relacionado con la destrucción del ozono, pero tiene gran relevancia en el efecto invernadero. Su PEI se estima en 3200 veces el del CO<sub>2</sub>, en un periodo de 20 años.

Proceso de producción. El uso del HFC-134a requiere un rediseño del compresor, originalmente ideado para el refrigerante CFC-12, lo que implica incrementar su tamaño en un 10 por ciento. En el caso del isobutano, el rediseño implica un incremento de cerca del 70% en el tamaño del compresor pero, al mismo tiempo, permite una mayor eficiencia energética. En todo caso, si no se desea rediseñar el compresor, es posible utilizar una mezcla de hidrocarburos con sólo pequeñas modificaciones en el evaporador y en el condensador, la cual sería la opción más económica

Lubricantes. Es estrictamente necesario lubricar las partes del compresor. Los aceites minerales lubricantes comúnmente usados en el CFC-12 no son compatibles con el HFC-134a, el cual requiere de aceites basados en ésteres, mucho más caros y muy sensibles a la humedad. Un aceite húmedo no garantiza una lubricación suficiente y podría dañar el compresor. En cambio, los hidrocarburos sí son compatibles con los lubricantes utilizados en la tecnología CFC-12.

Mantenimiento. En el caso del HFC-134a se requiere de un entrenamiento mucho más estricto y una mayor especialización del sector servicio, dada la sensibilidad de esta tecnología a condiciones impropias de manejo y al peligro de humectación del lubricante. No es éste el caso en el uso de hidrocarburos.

Compatibilidad tecnológica. En el proceso de sustitución, es importante que el nuevo refrigerante sea compatible con el remanente en el sistema (en este caso el CFC-12) y con el antiguo lubricante. El HFC-134a no se puede usar, dada su insolubilidad con el lubricante y su sensibilidad a

contaminantes remanentes. En cambio, los hidrocarburos sí son compatibles con el refrigerante CFC-12 y los lubricantes usados con él. Ahora bien, si se pretende reutilizar el compresor, se puede usar una mezcla de hidrocarburos como alternativa, ya que su capacidad de refrigeración es muy similar a la del CFC-12.

Eficiencia energética. Los refrigeradores con isobutano son casi siempre más eficientes que sus equivalentes que usan HFC-134a y, usualmente, más eficientes que los que usan CFC-12, según información proporcionada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Además de alcanzar los mismos niveles de rendimiento de los refrigeradores que usan HFC-134a, el uso de mezclas de hidrocarburos tiene el potencial de incrementar su eficiencia.

Seguridad. La mayor objeción al uso de hidrocarburos como refrigerantes es la flamabilidad de estos fluidos, mientras que el HFC-134a es un gas no flamable. Sin embargo, la experiencia en Europa, donde los refrigeradores basados en hidrocarburos han sido aceptados como seguros, muestra que la flamabilidad es un problema que puede ser resuelto. Para el consumidor el riesgo es insignificante, ya que los refrigeradores son modificados por el productor para evitar el riesgo de escapes accidentales o ignición. Además, la carga de hidrocarburos es muy pequeña, apenas 40% de la carga de HFC-134a. Pruebas experimentales realizadas en la Universidad de Maryland han demostrado que no más de 70 gramos de hidrocarburos son necesarios para enfriar eficientemente un refrigerador/congelador estilo americano. Esta cantidad es similar a la que se encontraría en 5 o 6 encendedores de cigarrillos. En realidad, en caso de incendio cualquier estufa de gas de cocina es más peligrosa que estos refrigeradores.

Costos. Los costos totales que implica un cambio de tecnología a HFC-134a son semejantes a los costos que implica un cambio a tecnología Greenfreeze que emplea

isobutano. Si se prefiere utilizar mezclas, los costos pueden disminuir debido a que no es necesario un cambio de compresor.

En suma, debido a que el cambio de tecnología, a cualquiera de las alternativas expuestas en este artículo, deriva en costos totales semejantes a las ventajas de la tecnología Greenfreeze en cuanto a eficiencia energética, compatibilidad tecnológica y, sobre todo, en cuanto a compatibilidad ambiental, la decisión resulta obviamente a favor de los hidrocarburos. Esto explica que cada vez más gobiernos e industrias estén optando por apoyar la reconversión hacia la tecnología Greenfreeze.

### El Greenfreeze en México

En marzo de 1994 Greenpeace México realizó la presentación de un refrigerador con tecnología Greenfreeze ante los medios de comunicación nacionales, funcionarios del Instituto Nacional de Ecología, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de la Secretaría de Relaciones Exteriores, así como de representantes de fabricantes de refrigeradores domésticos. Posteriormente se realizó una presentación especial en la planta de Mabe en Querétaro, el principal productor de refrigeradores domésticos en el país.

Hasta el momento, los grandes fabricantes de refrigeradores domésticos mexicanos han optado por los HFC y HCFC bajo la presión de la industria estadounidense, que controla gran parte de sus acciones, y de la autoridad ambiental del país, el INE, que se niega a aceptar la opción de los hidrocarburos bajo el argumento, ya bastante rebatido en el plano internacional, de que el Greenfreeze significa un mayor consumo energético. En todo caso, la industria nacional, al igual que el ambiente, serán los perdedores, ya que los industriales tendrán que efectuar, tarde o temprano, una nueva reconversión. Todo para que la Dupont, IC' y Atochem, puedan vender su producto patentado y sigan controlando el mercado internacional de refrigerantes.

### Conclusiones

Históricamente, el obstáculo más importante para la tecnología Greenfreeze, a base de hidrocarburos en la refrigeración doméstica, ha sido el control del debate sobre las alternativas por parte de la industria. El argumento débil y miope para promover el uso de HCFC y HFC —y reemplazar rápidamente a los CFC— fue inicialmente aceptado con escasa oposición por los gobiernos, permitiendo a la industria química continuar sus planes de producción. Sin embargo, además de países industrializados europeos como Alemania, Suiza, Holanda, Suecia y Dinamarca, países como Australia, India, China, Argentina y Costa Rica están optando por la tecnología de hidrocarburos en la refrigeración. Asimismo, Japón ha comenzado a utilizar ciclopentanos en las espumas de aislamiento de sus refrigeradores.

Las amenazas al ambiente que representan los HCFC y HFC usados en refrigeración no sólo son inaceptables, sino simplemente innecesarias cuando, como hemos visto, existen tecnologías alternativas, ambientalmente compatibles y competitivas en los planos tecnológico y económico.

Para mayor información sobre el tema, dirigirse a: Greenpeace México, Av. Cuauhtémoc 946, Col. Narvarte, CP 03020. Tel/Fax: 536167/ 5364173/ 5369055. E-mail: [greenpeace.mexico@green2.greenpeace.org](mailto:greenpeace.mexico@green2.greenpeace.org).