

## **TICAREX: Exposiciones laborales a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica**

J. Chaves<sup>a</sup>, T. Partanen<sup>b</sup>, C. Wessling<sup>b</sup>, F. Chaverri<sup>b</sup>, P. Monge<sup>b</sup>, C. Ruepert<sup>b</sup>,  
A. Aragón<sup>c</sup>, M. Kogevinas<sup>d</sup>, C. Hogstedt<sup>e</sup>, T. Kauppinen<sup>f</sup>

---

### **RESUMEN**

El sistema europeo de datos CAREX (CARcinogen Exposure) considera la fuerza laboral de un país agrupada en 55 sectores económicos según la Clasificación Internacional de Actividades Económicas de las Naciones Unidas, segunda revisión de 1968, y mediante la aplicación de proporciones de trabajadores expuestos a partir de datos generados en estudios de higiene industrial para 139 agentes carcinogénicos, los convierte en fuerza laboral expuesta y número de trabajadores expuestos a agentes carcinogénicos, según rama de actividad. En este artículo se describe una modificación y extensión del sistema CAREX para calcular los números de trabajadores expuestos a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica. Esta primera aplicación de CAREX fuera de Europa (TICAREX) fue realizada en Costa Rica, Centroamérica, para 27 agentes cancerígenos y 7 grupos de plaguicidas, considerados de interés para el país, realizando estimaciones por separado para mujeres y hombres. Los agentes cancerígenos más frecuentes a los que se expone la fuerza laboral de Costa Rica de 1.3 millones fueron la radiación solar (333,000 trabajadores), las emisiones de diesel (278,000), paraquat y diquat (175,000), el humo de tabaco ambiental (71,000), los compuestos de cromo hexavalente (55,000), el benceno (52,000), mancozeb, maneb y zineb (49,000), clorotalonil (38,000), el polvo de madera (32,000), el cuarzo (27,000), benomil (19,000), el plomo y sus compuestos inorgánicos (19,000), tetracloroetileno (18,000), y los compuestos aromáticos policíclicos (17,000). En los hombres, la distribución se mantuvo muy ajustada a los anteriores rangos, sin embargo en las mujeres, debido a su diferente distribución en los sectores, el formaldehído, el radón y el cloruro de metileno superaron a los plaguicidas, el cromo (VI), el polvo de madera y el cuarzo. La agricultura, la construcción, los servicios personales y domésticos, el transporte terrestre y acuático y los servicios asociados al transporte, la fabricación de productos cerámicos y similares, la manufactura de productos de madera, la minería, la silvicultura, la pesca, la fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos, bares y restaurantes fueron sectores de donde las exposiciones son frecuentes. Una reducción drástica de exposiciones laborales y ambientales a estos agentes daría por resultado mejoras sustanciales en los niveles de salud pública y ocupacional. La vigilancia de las exposiciones laborales y de la salud en el trabajo son esenciales para el control de la contaminación y de las exposiciones a los agentes cancerígenos.

---

### **TICAREX: occupational exposure to carcinogens and pesticides in Costa Rica**

#### **SUMMARY**

The European data system CAREX takes the workforce of a country grouped into 55 economic sectors according to the International Economic Activity Classification of the United Nations, the second 1968 revision and through the application of proportions of workers exposed to 139 carcinogenic agents based on data from industrial hygiene studies, converting it into the total workforce exposed to carcinogens by sector. In this article we describe a modification and extension of the CAREX system in order to calculate the number of workers exposed to carcinogens in Costa Rica. It is

---

a Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica

b Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

c Universidad Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

d Instituto Municipal de Investigaciones en Salud, Barcelona, España

e Instituto Nacional de Salud Pública, Estocolmo, Suecia

f Instituto Nacional de Salud Ocupacional, Helsinki, Finlandia

#### **Correspondencia:**

J. Chavez

jchavez@itcr.ac.cr

the first use of CAREX outside Europe (TICAREX) in Costa Rica, Central America, for 27 carcinogens and 7 groups of pesticides thought to be of interest for the country, with separate estimations for men and women. The most frequent agents of exposure for the 1.3 million workers of Costa Rica were solar radiation (333,000 workers); diesel exhaust (278,000); paraquat and diquat (175,000); environmental tobacco smoke (71,000); hexavalent chromium compounds (55,000); benzene (52,000); mancozeb, maneb and zineb (49,000); chlorothalonil (38,000); wood dust (32,000); quartz (27,000); benomyl (19,000); lead and its inorganic compounds (19,000); tetrachloroethylene (18,000); and polycyclic aromatic hydrocarbons (17,000). Owing to the different occupational distribution between the genders, exposures to formaldehyde, radon and methylene chloride were more frequent than pesticides, hexavalent chromium, wood dust, and quartz in women. Agriculture, construction, personal and domestic services, manufacture of wood products, mining, forestry, fishing, manufacture of electrical products, and bars and restaurants were sectors with frequent exposures. Substantial reduction of occupational and environmental exposures to these agents would significantly improve public and occupational health. Reduction of occupational exposures is usually also followed by improvement of environmental quality. Monitoring of exposures and health of workers and the general public is an essential element in the control of environmental contamination and human exposures.

## INTRODUCCIÓN

La infraestructura inadecuada y la escasez de recursos que presentan los países en vías de desarrollo en cuanto al control de los riesgos laborales hacen necesaria la adopción de una serie de estrategias para canalizar de manera adecuada sus limitados recursos. Una selección racional de las prioridades para el control de los riesgos laborales y ambientales debidos al uso de sustancias peligrosas se ha de basar en los datos disponibles. Criterios generales como son la toxicidad, el poder cancerígeno y la bioacumulación pueden resultar de gran utilidad en esta selección, al igual que otras consideraciones como la distribución y la intensidad de las fuentes de contaminación. Por su parte, las emisiones y otros determinantes de transmisión y exposición a los agentes contaminantes, así como la extensión e intensidad de las exposiciones de seres

**Tabla 1** Criterios para el establecimiento de prioridades en cuanto a sustancias peligrosas en el país.

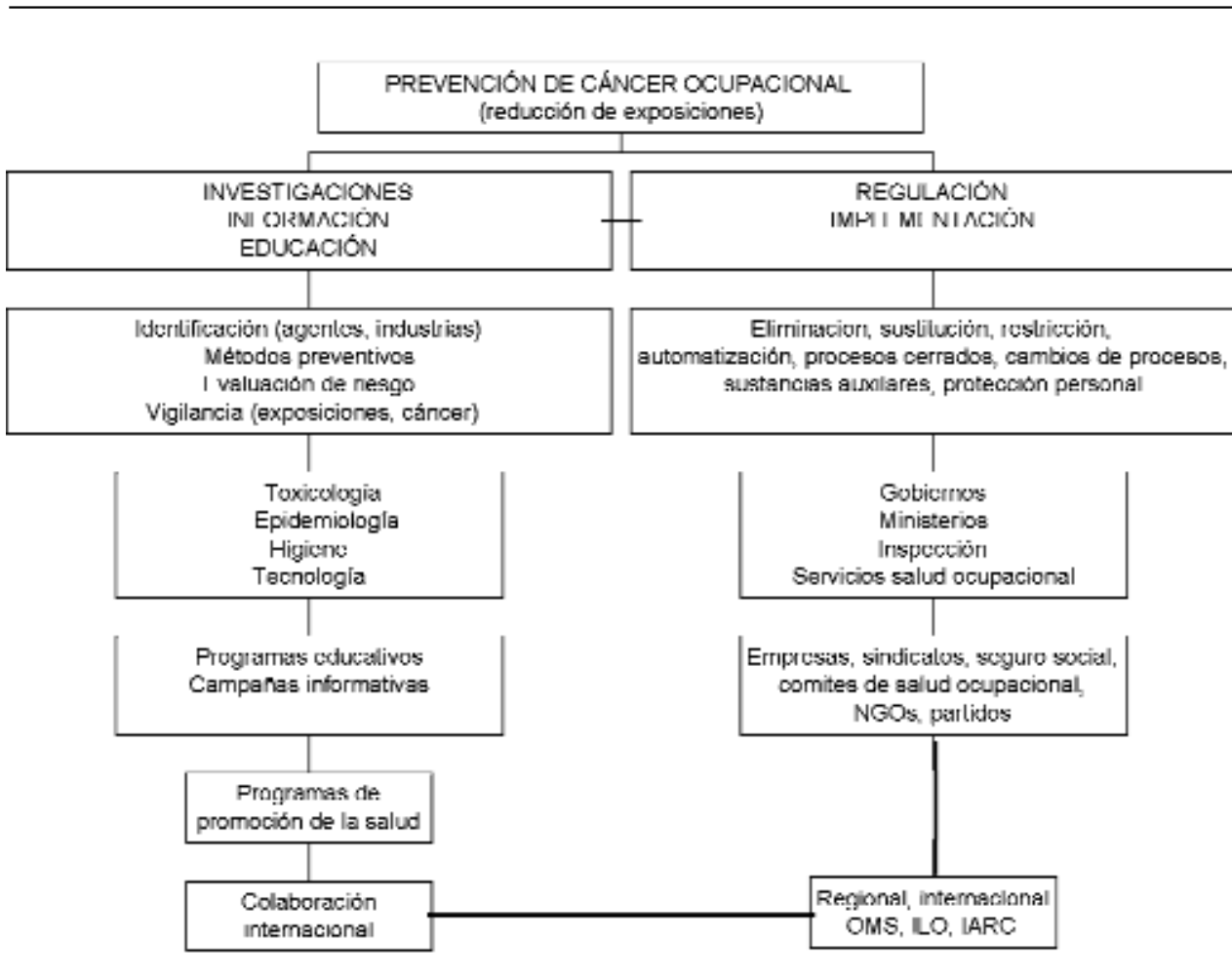
- 
- TOXICIDAD
  - PODER CANCERÍGENO
  - TERATOGENIA
  - MUTAGENIA
  - ECOTOXICIDAD
  - GENOTOXICIDAD
  - PERSISTENCIA
  - BIOACUMULACIÓN
  - REACTIVIDAD, ACTIVIDAD BIOLÓGICA
  - FUERZA DE LOS DATOS
  - EXTENSIÓN DE LA EXPOSICIÓN:
    - AMBIENTAL
    - OCUPACIONAL
  - INTENSIDAD DE LA EXPOSICIÓN:
    - AMBIENTAL
    - OCUPACIONAL
  - FACTIBILIDAD DE CONTROL
- 

humanos, animales y medio ambiente son igualmente importantes (Tabla 1). A pesar de la carencia de datos sobre exposiciones y sus determinantes en países en desarrollo, se puede hacer referencia a una gradación integral llevada a cabo en México con 4.730 agentes tóxicos o cancerígenos en el ambiente general y ocupacional, que se fueron filtrando mediante 13 criterios hasta seleccionar finalmente 7 sustancias de alta prioridad de control nacional (Downs & Santos-Burgoa 2000). La insistencia en los criterios y circunstancias propias del país al llevar a cabo la selección final de los peligros más significativos fortalece los recursos nacionales de información sobre exposición y reduce la incertidumbre.

Una vez conocidos los agentes cancerígenos, la prevención del cáncer ocupacional equivale básicamente a la disminución o minimización de las exposiciones a estos agentes en los lugares de trabajo (Tabla 2). La Agencia Internacional para la Investigación de Cáncer (IARC) ha identificado 38 agentes cancerígenos laborales (Grupo 1), 26 agentes laborales probablemente cancerígenos (Grupo 2A), y numerosos agentes laborales que son posiblemente cancerígenos (Grupo 2B). Es necesario identificar estas sustancias en los lugares de trabajo y realizar intervenciones para reducir la exposición a ellas al mínimo (Figura 1), además de establecer sistemas de vigilancia de dicha exposición. Sin embargo, sigue siendo preciso investigar acerca de aquellos agentes sobre los que los datos son aún insuficientes, algo que sucede, por ejemplo, con muchos plaguicidas.

Existen sistemas de datos para apoyar la toma de decisiones concernientes a la regulación y el control de los agentes cancerígenos laborales (Tabla 3). Dichos sistemas incorporan características como la investigación, vigilancia, divulgación de datos y formación relacionadas con la prevención del cáncer ocupacional y cuáles son los niveles de acción que reducen o minimizan la incertidumbre. En este artículo se describe una modificación y extensión del sistema CAREX (acrónimo de CARcinogen EXposure) para calcular el número de trabajadores expuestos a agentes cancerígenos y a siete grupos o familias de plaguicidas en Costa Rica.

Figura 1 Prevención de cáncer laboral



## MATERIALES Y MÉTODOS

El CAREX (International System on Occupational Exposure to Carcinogens) utiliza los datos nacionales de la población activa en 55 sectores, además de las cifras correspondientes a trabajadores expuestos a 139 agentes cancerígenos (compuestos, grupos de compuestos y mezclas) en cada sector de la economía (Kauppinen et al. 1998, 2000). Los datos sobre población activa comprenden el número de trabajadores en cada sector, normalmente obtenido del censo o de muestras intercensales. Se clasifican utilizando la Clasificación Internacional de Actividades Económicas (CIAE), Revisión 2, de las Naciones Unidas.

El CAREX define la «exposición ocupacional» como aquella en la que el trabajador se expone a una concentración del agente cancerígeno mayor que la existente en el entorno general. Las proporciones de expuestos en los sectores están disponibles como valores por defecto en Estados Unidos y Finlandia, y deben ser ajustadas y modificadas según la realidad de cada país. Para

esta aplicación del sistema CAREX a Costa Rica, los ajustes y modificaciones a dichos valores se hicieron de acuerdo con el criterio de expertos, quienes, mediante seminarios y reuniones de trabajo, revisaron y adaptaron dichas proporciones por defecto.

El número de trabajadores en un sector determinado se multiplica por las proporciones de expuestos a cada agente en este sector. El resultado es el número de trabajadores expuestos a cada agente en dicho sector. La suma de estos datos en todos los sectores produce las cifras nacionales de trabajadores expuestos a cada agente.

El CAREX fue creado y aplicado en todos los países de la Unión Europea (Kauppinen et al. 1998, 2000; [www.occuphealth.fi/list/data/carex](http://www.occuphealth.fi/list/data/carex)) para 139 agentes (todos los agentes laborales en los Grupos 1 y 2A de la IARC, y nueve agentes frecuentes laborales en el Grupo 2B). En 1990-1993, los agentes más frecuentes en toda la Unión Europea eran la radiación solar (9,1 millones de expuestos [mínimo 75% del tiempo laboral]), el humo de tabaco ambiental (7,5 millones), el cuarzo (3,2 millones), las emisiones de gasóleo (3,1 millones), el radón (2,7

**Tabla 2** Agentes cancerígenos (C) y plaguicidas (P) en la aplicación CAREX costarricense (TICAREX, 2002). Población en activo: 1,30 millones. IARC Grupo 1: cancerígeno; 2A: probablemente cancerígeno; 2B: posiblemente cancerígeno; 3: no clasificable.

Agente	Grupo IARC	Órgano afectado por cáncer	Número de expuestos			% de trabajadores (H+M)	Fuentes de exposición importantes en Costa Rica
			Hombres	Mujeres	Todos		
Radiación solar (C) *	1	Piel	300.000	33.300	333.300	25,0	Trabajos al aire libre
Emisiones de gasóleo (C)*	2A	Pulmón	194.000	82.800	278.000	21,3	Combustión (motores Diesel): transporte, máquinas
Paraquat, Diquat (P)*			175.000	300	175.000	13,4	Producción y aplicación de herbicidas bipiridilos
Humo de tabaco ambiental (C) *	1	Pulmón	47.100	23.600	70.700	5,4	Bares, restaurantes
Cromo VI, compuestos (C)	1	Pulmón, nariz	54.400**	600	55.000**	4,2	Cemento, acero, colorantes, pigmentos, soldadura, recubrimiento, aleaciones anticorrosivas, curtir cuero, preservación de madera
Benceno (C)	1	Leucemia	49.300	2.800	52.100	4,0	Solventes, gasolina, gasolineras, industria química y petroquímica
Mancozeb, Maneb, Zineb (P)	3		48.000	800	48.800	3,7	Producción y aplicación de funguicidas
Clortalonil (P)*	2B		37.100	800	37.900	2,9	Producción y aplicación de funguicidas
Polvo de madera (C)	1	Nariz	30.700	1.500	32.200	2,5	Aserraderos, fabricación de muebles y construcción
Cuarzo (sílice cristalina) (C)	1	Pulmón	25.700	1.400	27.100	2,1	Minas, construcción, vidrio, cerámicas, piedra, fundición, pavimentos
Plomo y compuestos inorgánicos (C)	2B		10.500	8.900	19.400	1,5	Pinturas, baterías, reparación de vehículos, fundición, soldadura, recubrimientos, vidrio, tubos, cables
Benomil (P)*			18.100	800	18.900	1,4	Producción y aplicación de funguicidas
Tetracloroetileno (C)	2A		4.200	3.200	18.100	1,4	Desengrasante (metalurgia, textiles)
Hidrocarburos poliaromáticos, excl. humo de tabaco ambiental y emisiones de gasóleo (C)	1-3	Pulmón, piel	12.200	5.500	17.700	1,4	Combustión incompleta de la materia orgánica, brea de alquitrán, alquitrán, petróleo, hollín, aceites minerales
Radón y productos de desintegración (C)	1	Pulmón	9.200	4.600	13.800	1,1	Minas, trabajo subterráneo, espacios confinados, procesamiento de minerales
Formaldehído (C)	2A	Naso-faringe	8.200	4.800	13.100	1,0	Plásticos, textiles, lacas, colas, fundición, tablas, contrachapados, preservación
Herbicidas clorofenólicos (P)	2B		10.400	100	10.500	0,8	Producción y aplicación de herbicidas
Diclorometano (Cloruro de metileno) (C)	2B		6.700	2.800	9.500	0,7	Ind. farmacéutica y química, solvente, desengrasante, farmacias, plaguicidas, semiconductores.
Fibras de vidrio artificiales (C) (excluyendo fibras cerámicas)	2B	Laringe,	6.300	400	6.700	0,5	Aislamiento, construcción
Ácidos fuertes, cont. ácido sulfúrico (C)	1	pulmón	5.100	1.100	6.200	0,5	Industria química, refinerías, fertilizantes, tratamiento de metales
Triazinas (P)*	3		5.900	100	6.000	0,5	Producción y aplicación de herbicidas
Asbesto (C)	1	Pulmón, pleura	4.300	1.000	5.300	0,4	Aislamiento, reparación y demolición, filtros, textiles, materiales de fricción (reparación de frenos)
Cobalto y compuestos (C)	2B		4.700	300	5.100	0,4	Vidrios, pinturas, aleaciones, cerámicas, acero, catalíticos, pigmentos
Tricloroetileno (C)	2A		2.500	1.400	3.900	0,3	Desengrasante (metalurgia, textiles)
Arsénico y compuestos (C)	1	Pulmón, piel	2.700	400	3.100	0,2	Vidrio, metales, herbicidas, funguicidas, cerámicos
Estireno (C)	2B		1.700	500	2.200	0,2	Producción de poliestireno, productos de plástico, elastómeros
Radiación ionizante (C) (rayos X, gamma, neutrones)	1	Pulmón	1.000	400	1.500	0,1	Medicina, minas, vuelos transoceánicos
Níquel y compuestos (C)	1	Pulmón, nariz	1.300	100	1.400	0,1	Metalurgia, acero, recubrimientos, soldadura, baterías, componentes de computadoras
Cadmio y compuestos (C)	1	Pulmón	800	500	1.400	0,1	Pinturas, colorantes, pigmentos, plásticos, baterías, recubrimientos metálicos, aleaciones, soldadura, usos anticolorantes, funguicidas
Óxido de etileno (C)	1	Leucemia	600	800	1.400	0,1	Epóxidos, industria química, esterilización, plaguicidas
Bromuro de metilo (P)*			500	100	600	0,05	Aplicación de fumigantes
Cloruro de vinilo (C)	1	Hígado	300	100	400	0,03	Plásticos, PVC
Fibras cerámicas (C)	2B		300	30	330	0,02	Aislamiento
Epiclorohidrina (C)	2A		60	50	110	0,01	Resinas epóxicas, recubrimientos, disolventes

Grupo IARC: Clasificación del Agentes según IARC; Órgano humano de cáncer: Órgano humano sobre el cual el agente produce el cáncer; % de trabajadores (H + M), Porcentaje total de trabajadores y trabajadoras expuestos

\*Para estimaciones mínimas y máximas razonables véase la Tabla 4.

\*\*Se calculó que el 60% de los trabajadores de la construcción (48.000) estuvieron expuestos al cemento

**Tabla 3** Estimaciones mínimas, máximas y promedios de números de expuestos a agentes de uso frecuente con una alta incertidumbre en el cálculo. Costa Rica. C: Cancerígeno; P: Plaguicida.

Agentes	Estimación mínima			Promedio			Estimación máxima		
	Hombres	Mujeres	Todos	Hombres	Mujeres	Todos	Hombres	Mujeres	Todos
Emissiones de gasóleo (C)	149.700	60.500	210.200	194.900	82.800	277.700	240.100	105.000	345.100
Benomil (P)	10.700	-	10.700	18.100	800	18.900	25.500	1.600	27.100
Clorotalonil (P)	24.100	-	24.100	37.100	800	37.900	50.200	1.600	51.800
Mancozeb, maneb, zineb (P)	34.900	-	34.900	48.000	800	48.800	61.000	1.600	62.600
Bromuro de metilo (P)	400	-	400	500	80	580	700	200	900
Paraquat, diquat (P)	150.000	-	150.000	175.000	300	175.300	200.000	500	200.500
Herbicidas clorofenólicos (P)	8.200	-	8.200	10.400	100	10.500	12.600	200	12.800
Triazines (P)	3.500	-	3.500	5.900	100	6.000	8.300	200	8.500

millones), y el polvo de madera (2,6 millones).

Ésta es la primera aplicación del CAREX fuera de Europa. Se le llamó TICAREX por el término «tico», que significa «costarricense». Los detalles del TICAREX han sido presentados en la publicación titulada Workplace carcinogen and pesticide exposure in Costa Rica (Partanen et al., 2003). Se restringieron los análisis a 27 agentes cancerígenos importantes en Costa Rica, excluyendo agentes muy raros en dicho país, como pueden ser el dibromuro de etileno, un fungicida con más de un millón de expuestos en la Unión Europea, pero en desuso en Costa Rica, y el tetracloruro de carbono y el pentaclorofenol, ambos prohibidos en Costa Rica. Las sustancias incluidas fueron 16 cancerígenos comprobados (IARC Grupo 1), 5 agentes probablemente cancerígenos (2A), y 6 agentes posiblemente cancerígenos (2B)(Tabla 3). Se añadieron siete grupos de plaguicidas:

- El fungicida benomil
- El fungicida clorotalonil
- Los fungicidas etileno bistiocarbamatos mancozeb, maneb y zineb
- El fumigante bromuro de metilo
- Los herbicidas biperidilas paraquat y diquat
- Los herbicidas clorofenólicos
- Los herbicidas triazinas

En el caso de los cálculos respecto a los plaguicidas, el procedimiento fue diferente al utilizado para determinar el número de expuestos a los agentes cancerígenos. En Costa Rica se lleva un registro de cada plaguicida, y es posible conocer la cantidad de ellos que se utiliza por cultivo y el área total de cada cultivo. Con estos datos se calculó la cantidad de estas sustancias utilizada por cada hectárea cultivada para los diferentes cultivos. Por medio del criterio de expertos se calculó cuántos trabajadores tendrían contacto directo con el plaguicida por hectárea, y esa cifra multiplicada por las áreas de cada cultivo dio como resultado el número de trabajadores expuestos al plaguicida.

## RESULTADOS

Los agentes más frecuentes en la población activa de Costa Rica de 1,3 millones de personas son (véase la Tabla 2): la radiación solar (333.000 trabajadores; 25% de la población activa); emisiones de gasóleo (278.000; 21%); paraquat y diquat (175.000; 13%); humo de tabaco ambiental (71.000; 5%); compuestos hexavalentes del cromo (55.000; 4%); benceno (52.000; 4%); mancozeb, maneb y zineb (49.000; 4%); clorotalonil (38.000; 3%); polvo de madera (32.000; 3%); cuarzo (27.000; 2%); plomo y sus compuestos inorgánicos (19.000; 1%); benomil (19.000; 1%); tetracloroetileno (18.000; 1%); compuestos aromáticos policíclicos (17.000; 1%, excluyendo el humo ambiental de tabaco y las emisiones de gasóleo); radón (14.000; 1%); formaldehído (13.000; 1%); herbicidas clorofenólicos (11.000; 1%), y cloruro de metileno (10.000; 1%). Al estratificar por sexo, en los hombres los agentes siguieron este mismo orden. En las mujeres, debido a que su distribución en los sectores de la población activa es diferente, el formaldehído, el radón y el cloruro de metileno sobrepasaron a los plaguicidas, el cromo (VI), el polvo de madera y el cuarzo.

La Tabla 3 muestra las cifras mínimas y máximas de expuestos a las emisiones de gasóleo y los plaguicidas. La razón máximo / mínimo (hombres y mujeres juntos) varió de 1,3 (paraquat y diquat) hasta 2,4 (triazinas). El mínimo en el caso de las mujeres expuestas a plaguicidas se consideró cero. Estas mujeres trabajan sobre todo en labores de manipulación y envasado de productos agrícolas, y viven frecuentemente cerca de fincas, por lo cual las concentraciones laborales y ambientales podrían ser similares. Sin embargo, no se tuvo documentación empírica sobre los niveles de exposición de las mujeres en empacadoras y en sus hogares.

Sectores con estimaciones del 10% o más de trabajadores expuestos a uno o más agentes en Costa Rica son la agricultura (plaguicidas, benceno, radiación solar), la construcción (cromo (VI), emisiones de gasóleo, cuarzo, radiación solar, polvo de madera), los servicios personales y domésticos (benceno, emisiones de gasóleo, plomo,

**Tabla 4** Número de exposiciones en sectores con  $P(E) > 0,09$ .  $P(E)$ : Proporción de expuestos. HTA: Humo de tabaco ambiental.

Sector	Trabajadores	Número de expuestos	Exposiciones Con $P(E) > 0,09$
Agricultura	242.000	544.000	Benceno, solar, plaguicidas
Comercio, restaurantes, hoteles	280.000	174.000	Gasóleo
Construcción	82.000	164.000	Cromo (VI), gasóleo, sílice, solar, polvo de madera
Servicios personales y domésticos	115.000	103.000	Benceno, gasóleo, plomo, solar, HTA
Transporte terrestre	46.000	45.000	Gasóleo, solar
Educación	78.000	30.000	Gasóleo, solar, HTA
Administración pública	65.000	22.000	Gasóleo
Muebles, fijaciones	18.000	18.000	Formaldehído, polvo de madera
Salud	43.000	16.000	Gasóleo
Servicios de transporte	16.000	17.000	Benceno, gasóleo, solar, HTA
Pesca	7.000	12.000	Benceno, gasóleo, solar

radiación solar, humo ambiental de tabaco), el transporte terrestre y acuático y sus servicios (benceno, emisiones de gasóleo, radiación solar, humo ambiental de tabaco), la fabricación de productos cerámicos y semejantes (cuarzo, emisiones de gasóleo, radiación solar), la fabricación de productos de madera (formaldehído, polvo de madera), la minería (emisiones de gasóleo, radón, radiación solar), la silvicultura (benceno, emisiones de gasóleo, radiación solar), la pesca (benceno, emisiones de gasóleo, radiación solar), la fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos (plomo, cloruro de metileno), y los bares y restaurantes (humo ambiental de tabaco, emisiones de gasóleo) (véase la Tabla 4).

## DISCUSIÓN

Este artículo pretende contribuir a la reducción de las exposiciones peligrosas que ocurren en los lugares de trabajo en Costa Rica. El método utilizado facilita la tarea de establecer prioridades y ofrece datos claros y concisos, obtenidos mediante principios sencillos. También se analiza la situación actual en Costa Rica en este campo.

Siendo ésta la primera aplicación del sistema CAREX fuera de Europa, el TICAREX ordenó y cuantificó, de forma aproximada, la extensión de la exposición laboral a los agentes cancerígenos y plaguicidas más importantes en Costa Rica. Los más frecuentes de ellos son: la radiación solar; emisiones de gasóleo; paraquat y diquat; humo de tabaco ambiental; compuestos hexavalentes de cromo; mancozeb, maneb y zineb; benceno; clorotalonil; polvo de madera; cuarzo; benomil; plomo y sus compuestos inorgánicos; tetracloroetileno y compuestos aromáticos policíclicos. También se obtuvieron perfiles de los sectores con exposiciones intensas. Prácticamente no había datos cuantitativos disponibles sobre la intensidad de exposiciones costarricenses. La clasificación industrial no

siempre es lo suficientemente sensible a la variación en las exposiciones dentro las 55 categorías industriales.

Con excepción de los plaguicidas, Costa Rica no tiene un adecuado sistema de registro de agentes y sustancias peligrosas utilizadas en los diferentes procesos productivos, lo que supone que tan sólo se pudieron incluir 27 agentes cancerígenos. Los restantes agentes enumerados en el CAREX serán considerados en una etapa posterior.

En Costa Rica no existen bases de datos de exposiciones laborales a agentes físicos, químicos o biológicos que pudieran facilitar el proceso de revisión y ajuste de las proporciones por defecto. Por esta razón, se tuvo que consultar a muchas personas de empresas e instituciones y visitar algunos procesos productivos para verificar el uso de los agentes seleccionados en este estudio y recabar la información necesaria para efectuar las respectivas estimaciones de las proporciones de expuestos.

Hubo dos aspectos nuevos en el TICAREX frente al CAREX europeo: se efectuaron cálculos del número de trabajadores para hombres y mujeres por separado, y se hicieron estimaciones razonables mínimas y máximas para cada grupo de plaguicidas y para las emisiones de gasóleo.

La población en activo nacional (1,3 millones en total) fue obtenida del Censo del año 2000 para todos los 55 sectores, considerándose tanto la población masculina como la femenina, e incluyendo a los trabajadores de 12 años en adelante, los trabajadores asalariados, los trabajadores independientes y familiares, y los trabajadores a tiempo parcial. Se tuvo en cuenta a los trabajadores del sector formal, así como a los del informal.

Las proporciones por defecto de expuestos a los agentes cancerígenos fueron los promedios de las estadounidenses y finlandesas. Se cambió el 13% de estos valores por defecto, ajustando a las condiciones en Costa Rica. El cambio más destacado se produjo en relación con las proporciones de expuestos a emisiones de gasóleo, que son muy relevantes en las ciudades y en la proximidad de las carreteras de

Costa Rica a causa de emisiones de autobuses, camiones, taxis y motocicletas. Las concentraciones de partículas suspendidas en el aire en el centro de San José siguen superando hasta tres veces la normativa recomendada por la Organización Mundial de la Salud (UNA 2002; Alfaro 2002; Holdren et al. 2000; Romieu et al. 2002). Por consiguiente, hay altos porcentajes de expuestos en bares, restaurantes y tiendas urbanas, e incluso en oficinas y hospitales.

Los valores por defecto fueron modificados considerablemente también para radiación solar y los ácidos fuertes.

La exposición al cromo (VI) es frecuente en los trabajadores de la construcción en Costa Rica. Según nuestras encuestas, los compuestos del cromo (VI) están presentes en el cemento en concentraciones que oscilan entre 18 y 100 mg/kg de cemento.

El sistema CAREX estima que existe exposición a radiación solar cuando se trabaja al menos un 75% de la jornada laboral en el exterior (intemperie). La exposición al humo de tabaco ambiental es considerada si alcanza como mínimo el 25% de la exposición respiratoria durante la jornada de trabajo.

Los hidrocarburos poliaromáticos comprenden las breas de alquitrán, el alquitrán, los aceites minerales no tratados o ligeramente tratados, el petróleo, el hollín, y las creosotas. Excluyen el humo de tabaco ambiental y las emisiones de gasóleo, que se agruparon como categorías distintas.

Los hombres están, en general, más expuestos a los plaguicidas que las mujeres. Las proporciones de expuestos fueron calculadas a partir del banco de datos de usos y aplicaciones de plaguicidas de la Universidad Nacional (Chaverri 2002; Wesseling, en prensa).

El número de trabajadores se multiplicó por la proporción de expuestos en cada combinación de agente-sector-sexo (3.470 combinaciones).

Para reducir la exposición laboral a agentes cancerígenos, y dados los problemas de infraestructura del país para realizar la supervisión del uso de estos agentes, los esfuerzos deben orientarse hacia la aprobación y puesta en práctica de normativas más estrictas orientadas a prohibir la importación, producción y uso de sustancias cancerígenas de Clase 1 y plaguicidas de alta toxicidad. Además, en el caso de las aplicaciones de plaguicidas, es importante considerar el establecimiento de un sistema que certifique los mecanismos de aplicación, de forma que los productos de alta toxicidad para humanos y el medio ambiente que, por diferentes razones, no puedan prohibirse, sean aplicados tan sólo por personal competente.

Es necesario reforzar la investigación referente a la identificación y caracterización de las exposiciones laborales a agentes cancerígenos, así como el desarrollo de métodos preventivos que reduzcan estas exposiciones. En este sentido, los Institutos de Investigación y las Escuelas de las Universidades Estatales jugarían un papel preponderante.

Se deben desarrollar estudios de intervención que evalúen el riesgo de exposición en actividades específicas y que sirvan de modelo para la adopción de normativa y controles generales.

Es necesario establecer programas de vigilancia epidemiológica que aborden el tema de las exposiciones laborales y el cáncer. Estos estudios podrían contemplar otros efectos de los agentes cancerígenos, como pueden ser los efectos mutágenos y teratógenos, relacionando variables tales como las malformaciones de bebés recién nacidos con la ocupación o la exposición a agentes o sustancias cancerígenos por parte de las madres.

Se hace urgente en el país la creación de un servicio de información sobre agentes y sustancias peligrosas, de manera que los trabajadores y el público en general puedan hacer efectivo su «derecho a saber o conocer» en lo referente al riesgo que corren cuando trabajan o se exponen a algún agente o sustancia peligrosa. Este servicio podría ser ofrecido por un Ministerio o, mejor aún, por un Centro de Investigación o Escuela de alguna Universidad Pública, por ejemplo, el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional o la Escuela de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con el apoyo de algún organismo internacional.

A pesar de que los datos del TICAREX son por naturaleza aproximaciones, hemos obtenido un perfil de exposiciones laborales importantes. Los resultados facilitan la tarea de establecer prioridades y especificar los primeros blancos para intervenciones, como pueden ser la reducción de las emisiones de gasóleo en el país y la reducción del uso de plaguicidas tóxicos.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a María del Rosario Alfaro, James Boiano, Elba de la Cruz, Jorge Guardado, Sonny Kauppinen, Jukka Takala y a los expertos externos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Downs TJ, Santos-Burgoa C. Selecting high-priority hazardous chemicals for tri-national control: A maximum-utility method applied to Mexico. *Int J Occup Environ Health*. 2000;6:220-237.
- [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)
- [www.cdc.gov/NIOSH/npotocca.html](http://www.cdc.gov/NIOSH/npotocca.html)
- Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems. A new job-exposure matrix. *Am J Ind Med*. 1998;22:409-417.
- Dosemeci M, Cocco P, Gomez M, Stewart PA, Heineman EF. Effects of three features of a job-exposure matrix on risk estimates. *Epidemiol*. 1994;5:124-127.
- Sieber WK, Sundin DS, Frazier TM, Robinson CF. Development, use, and availability of a job exposure matrix based on national occupational hazard survey data. *Am J Ind Med*. 1991;20:163-174.
- Cocco P, Dosemeci M. Peritoneal cancer and occupational exposure to asbestos: results from the application of a job-exposure

- matrix. *Am J Ind Med.* 1999 Jan;35(1):9-14.
8. Yeung P, Rogers A. An occupation-industry matrix analysis of mesothelioma cases in Australia 1980-1985. *Appl Occup Environ Hyg.* 2001 Jan;16(1):40-4.
  9. Savitz DA, Cai J, van Wijngaarden E, Loomis D, Mihal G, Dufort V, Kleckner RC, Nylander-French L, Kromhout H, Zhou H. Case-cohort analysis of brain cancer and leukemia in electric utility workers using a refined magnetic field job-exposure matrix. *Am J Ind Med.* 2000 Oct;38(4):417-25.
  10. Le Moual N, Orłowski E, Schenker MB, Avignon M, Brochard P, Kauffmann F. Occupational exposures estimated by means of job exposure matrices in relation to lung function in the PAARC survey. *Occup Environ Med.* 1995 Oct;52(10):634-43.
  11. Kauppinen T. Finnish occupational exposure databases. *Appl Occup Environ Hyg.* 2001;16:154-158.
  12. Greife A, Young R, Carroll M, Sieber WK, Pedersen D, Sundin D, Seta J. National Institute for Occupational Safety and Health general industry occupational exposure databases: Their structure, capabilities, and limitations. *Appl Occup Environ Hyg.* 1995;10:264-269.
  13. Lentz TJ, Sieber WK, Jones JH, Piacitelli GM, Catlett LR. Surveillance of safety and health programs. *Appl Occup Environ Hyg.* 2001;16:1016-1021.
  14. Boiano JM, Hull RD. Development of a national occupational exposure survey and database associated with NIOSH hazard surveillance initiatives. *Appl Occup Environ Hyg.* 2001;16:128-134.
  15. Kromhout H, Vermeulen R. Temporal, personal and spatial variability in dermal exposure. *Ann Occup Hyg.* 2001;45:257-273.
  16. Burstyn I, Kromhout H, Kauppinen T, Heikkilä P, Boffetta P. Statistical modelling of the determinants of historical exposure to bitumen and polycyclic aromatic hydrocarbons among paving workers. *Ann Occup Hyg.* 2000;44:43-56.
  17. Kromhout H, Symanski E, Rappaport SM. A comprehensive evaluation of within- and between-worker components of occupational exposure to chemical agents. *Ann Occup Hyg.* 1993;37:253-270.
  18. Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Kogevinas M, Ahrens W, Boffetta P, Hansen J, Kromhout H, Maqueda Blasco J, Mirabelli D, de la Orden-Rivera V, Plato N, Pannett B, Savelle A, Veulemans H, Vincent R. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occup Environ Med.* 2000;57:10-18.
  19. [www.occuphealth.fi/list/data/cares](http://www.occuphealth.fi/list/data/cares)
  20. Partanen T, Chaves J, Wesseling C, Chaverri F, Monge P, Ruepert C, Aragón A, Kogevinas M, Hogstedt C, Kauppinen T. Workplace carcinogen and pesticide exposure in Costa Rica. 2002. *Int J Occup Environ Health* 2003;9:104-111.
  21. UNA (Universidad Nacional). Calidad del aire en Centroamérica 2001. Heredia, Costa Rica, UNA, 2002.
  22. Alfaro RM. Monitoreo de la calidad del aire: San José, Costa Rica. Publicación de PECAire, Junio 2002. Universidad Nacional.
  23. Holdren JP, Smith KR. Energy, the environment and health. In: Goldemberg J, ed. *Energy and the Challenge of Sustainability.* World Energy Assessment, New York 2000, 61-110.
  24. Romieu I, Samet JM, Smith KR, Bruce N. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries. *J Occup Environ Health.* 2002;44: 640-649.
  25. Chaverri F. Importaciones y uso de plaguicidas en Costa Rica: Análisis del periodo 1994-1996. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas: EUNA, Universidad Nacional 2002.
  26. Wesseling C. Pesticides and human health with a gender perspective: Research in Costa Rica and other Latin American countries. In: *Pesticides and Gender 2* (Jacobs M. ed). The Netherlands: Novib, Pesticides Action Network UK; in press.
  27. Wesseling C, Aragón A, Castillo L, Corriols M, Chaverri F, de la Cruz E, Keifer M, Monge P, Partanen T, Ruepert C, van Wendel de Joode B. Hazardous pesticides in Central America. *Int J Occup Environ Health.* 2001;7:287-294.
  28. Kauppinen T, Pajarskiene B, Podniecie Z, Rjazanov V, Smerhovsky Z, Veidebaum T, Leino T. Occupational exposure to carcinogens in Estonia, Latvia, Lithuania and the Czech Republic. *Scand J Work Environ Health.* 2001;27:343-345.
  29. Kogevinas M, Maqueda J, De la Orden V, Fernández F, Kauppinen T, Benavides FG. Exposición a carcinógenos laborales en España: aplicación de la base de datos CAREX. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2000;3:153-159.
  30. Boffetta P, Kogevinas M, Simonato L, Wilbourn J, Saracci R. Current perspectives on occupational cancer risks. *Int J Occup Environ Health.* 1995;1:315-325.
  31. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica: Editorama S.A. 1999.