

# Exposición a polvo de harina de trigo en panaderías de la Región Metropolitana

CHRISTIAN ALBORNOZ V.\*, ROLANDO VILASAU D.\*,  
JUAN ALCAINO L.\*, RODRIGO PUENTES M.\*\*\*, RODRIGO VILLEGAS R.\*\*\*,  
JUAN CARLOS VALENZUELA I.\* y DAVID ESCANILLA C.\*

## Bakers' exposure to wheat flour dust in Santiago, Chile

*Wheat flour is a known sensitizer for humans. Bakers exposed to flour dust may develop occupational rhinitis and asthma. In Chile there is no current permissible limit for occupational exposure to wheat flour. To propose such a limit, 9 bakeries located in 6 districts of Santiago de Chile were evaluated, 6 bakeries were semi-industrial and 3 were small business. Twenty-eight environmental personal samples were obtained by standard sampling methods and they were analyzed at the Institute of Public Health of Chile. No significant differences were found ( $p = 0,2915$ , Kruskal-Wallis' test) between air concentrations of flour particles in the working environment of semi-industrial (geometric mean:  $MG = 0.88 \text{ mg/m}^3$ , geometric deviation:  $DEG = 2,68$ ) and small business ( $MG = 1.39 \text{ mg/m}^3$ ,  $DEG = 2,31$ ). A permissible limit of wheat flour dust exposure is recommended.*

**Key words:** *Wheat flour dust exposure; occupational asthma; sensitizing substance.*

## Resumen

*Se conoce que la harina de trigo es un sensibilizador en seres humanos. Los panaderos expuestos a polvo de harina pueden desarrollar rinitis y asma ocupacional. En Chile actualmente no existe un límite permisible para la exposición ocupacional a polvo de harina. Con el objetivo de proponer un límite, fueron evaluadas 9 panaderías de 6 comunas de Santiago de Chile, de las cuales 6 fueron semi-industriales y 3 pequeñas. Un total de veintiocho muestras personales de aire fueron obtenidas según método estándar de muestreo y analizadas en el Instituto de Salud Pública de Chile. No se encontraron diferencias significativas ( $p = 0,2915$ , prueba de Kruskal-Wallis) en la concentración de partículas de harina en el ambiente de trabajo semi-industrial (media geométrica:  $MG = 0,88 \text{ mg/m}^3$ , desviación geométrica:  $DEG = 2,68$ ) y en el de panaderías pequeñas ( $MG = 1,39 \text{ mg/m}^3$ ,  $DEG = 2,31$ ). En base a las observaciones realizadas se recomienda establecer un límite permisible de exposición para polvo de harina de trigo.*

**Palabras clave:** *Exposición a polvo de harina de trigo; asma ocupacional; sustancia sensibilizante.*

## Introducción

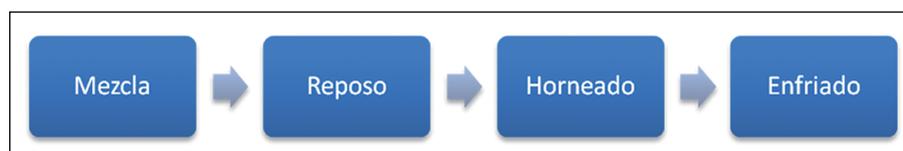
Se estima que entre el 9 y el 15% de los casos de asma en adultos son de origen ocupacional<sup>1</sup>. La literatura reconoce varios centenares de agentes causantes, y aquellos que con más frecuencia se mencionan son: isocianatos, harina y polvo de grano, colofón, látex, aldehídos y aserrín de

maderas. A consecuencia del alto consumo de pan en Chile, que bordea los 96 kg al año por persona<sup>2</sup>, existe un gran número de panaderías dedicadas a su elaboración, algunas con procesos y tecnologías diseñados para una producción mayor, al interior de supermercados o cadenas independientes, otras, en pequeños establecimientos de producción menos industrializados.

Instituto de Salud Pública de Chile (ISP). Santiago de Chile.

\* Departamento de Salud Ocupacional.

\*\* Departamento de Asuntos Científicos.



**Figura 1.** Proceso de elaboración del pan.

En cuanto al proceso de elaboración, la tendencia actual es aumentar y diversificar los equipos que optimizan y simplifican la elaboración del pan, y consecuentemente elevar su producción. Sin embargo, el rol del panadero sigue siendo fundamental e irremplazable durante todo el proceso.

El puesto de trabajo definido como “panadero” implica una directa exposición al polvo de harina de trigo durante todas las etapas del proceso, desde la mezcla inicial hasta el corte de masas. La exposición a polvo de harina es causante de una de las alergias ocupacionales más comunes, denominada asma del panadero<sup>3,4</sup>.

Numerosos estudios epidemiológicos y ambientales a nivel mundial han clasificado a la harina de trigo como sensibilizante, concluyendo que panaderos expuestos pueden desarrollar rinitis o asma ocupacional<sup>5-8</sup>.

En Chile el D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud no establece un límite permisible específico para la concentración ambiental de polvo de harina de trigo en los lugares de trabajo<sup>9</sup>.

Este estudio propone determinar la concentración de polvo de harina de trigo a la que están expuestos los trabajadores en panaderías de la ciudad de Santiago.

## Materiales y Método

El marco muestral del estudio está conformado por las panaderías de la ciudad de Santiago, dentro de las cuales hay industrializadas y establecimientos más artesanales. El diseño muestral no probabilístico propuso, de acuerdo a los recursos disponibles, lograr una representatividad en cuanto a las condiciones de trabajo, incorporando en la muestra final nueve panaderías de seis comunas (La Florida, Macul, Santiago Centro, Estación Central, Ñuñoa y San Miguel.) De ellas, seis fueron panaderías situadas al interior de supermercados (semi-industriales) y tres panaderías independientes, de producción artesanal.

La última unidad muestral corresponde a trabajadores que comparten la infraestructura, y participan en forma rotatoria en todas las etapas del proceso, aunque internamente ellos distingan las siguientes denominaciones: maestro panade-

ro, ayudante de panadero y hornero. Dado que comparten funciones y actividades, materias prima e implementos, y la jornada de trabajo es la misma, se consideró a todos los trabajadores de cada panadería, un grupo de exposición similar (GES), que denominamos “panadero”. Todas las muestras tomadas fueron de tipo personal, que es lo que corresponde utilizar cuando se desea conocer la concentración de un contaminante en la zona respiratoria del trabajador.

El proceso de elaboración del pan en ambos tipos de panaderías (semi-industrial y artesanal) es el mismo, y las prácticas de trabajo son muy similares, sin embargo, la diferencia está en que las semi-industriales utilizan maquinarias y herramientas más modernas.

El proceso de elaboración del pan se compone básicamente de cuatro grandes etapas: mezcla, reposo, horneado y enfriado (Figura 1).

**Mezcla:** Es la primera etapa del proceso, donde se juntan los ingredientes básicos del pan: harina, levadura, sal, agua y otros aditivos si corresponde. Se forma una masa maleable que se revuelve hasta obtener una consistencia mucho más suave. El amasado se realiza en una máquina denominada amasadora, compuesta de un recipiente móvil donde se colocan los ingredientes, y un elemento amasador. Esta etapa es la que genera la mayor exposición a polvo de harina de trigo.

**Reposo:** Una vez obtenida una masa homogénea, se la mantiene en reposo para que incremente su tamaño por acción de la levadura (fermentación), lo que puede ocurrir a temperatura ambiente o en hornos especiales en los cuales se controla la temperatura y tiempo de permanencia.

**Horneado:** En esta etapa la masa fermentada se transforma en pan. Esta masa se introduce a un horno, donde se expone a altas temperaturas (entre 200 y 300°C), matando a las levaduras que se añadieron en el proceso de mezcla.

**Enfriado:** En esta etapa el pan adquiere su consistencia y forma deseada. Durante el proceso de enfriamiento el pan libera la humedad, madurando finalmente su textura y sabor.

Las muestras personales fueron tomadas por profesionales de la Sección Riesgos Químicos del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), durante los meses de marzo y abril del año 2014,

utilizando el método establecido en el *Protocolo para la toma de muestra de sílice libre en su fracción respirable y de polvo no especificado total y fracción respirable*<sup>10</sup>. Para ello se utilizaron bombas de muestreo de tipo personal y como cabezal de muestreo un filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 µm de tamaño de poro, colocado en un portafiltros de dos cuerpos. Las bombas cumplen con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 1232 para muestras de tipo personal, tienen una masa de 652 g, un tamaño de 10 cm x 10 cm x 4,5 cm, se sujetan en el cinturón del trabajador, mientras el cabezal de muestreo se ubica en la zona de respiración del trabajador, aquella que, por definición, ocupa el volumen de una semiesfera de 30 cm de radio que va del centro de la recta que une las dos orejas a la nariz. La portación de la bomba, y el cabezal de muestreo, no representan riesgo, molestias, ni constituyen un obstáculo para la realización de las tareas por parte del trabajador. Se tomaron 28 muestras personales (18 en panaderías semi-industriales y 10 en panaderías artesanales), durante al menos el 70% de la jornada diaria de cada uno de los trabajadores evaluados. Los caudales de muestreo fluctuaron entre 1.773 y 1.895 L/min, los cuales están dentro del rango establecido por la norma correspondiente.

Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio de Toxicología Ocupacional del ISP, utilizando la técnica analítica de gravimetría, y los resultados de concentración fueron expresados como mg/m<sup>3</sup> de polvo total no especificado<sup>10</sup>.

Para evaluar la significación estadística de las diferencias entre las concentraciones de polvo de harina entre ambos tipos de panaderías (supermercados e independientes), y dado el bajo número de muestras, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

El estudio no compromete principios éticos respecto de los participantes, ya que se utilizó de una base datos anonimizada con la autorización de la jefatura del Departamento Salud Ocupacional del ISP para el uso de los resultados obtenidos.

## Resultados

Las concentraciones promedio ponderadas y media geométrica de polvo de harina de trigo, medidas en cada trabajador en panaderías de supermercado y panaderías independientes, se presentan en la Tabla 1 y 2, respectivamente.

Las concentraciones mínimas y máximas en cada tipo de panadería muestran un comporta-

**Tabla 1. Mediciones de la concentración de polvo de harina de trigo realizadas en panaderías de supermercados**

nº de muestra	Denominación interna	Concentración mg/m <sup>3</sup>
Panadero 1	Ayudante de panadero	2,40
Panadero 2	Ayudante de panadero	0,50
Panadero 3	Maestro	1,03
Panadero 4	Ayudante de panadero	0,21
Panadero 5	Ayudante de panadero	0,20
Panadero 6	Maestro	2,05
Panadero 7	Maestro	3,07
Panadero 8	Maestro	0,44
Panadero 9	Ayudante de panadero	0,48
Panadero 10	Maestro	2,97
Panadero 11	Maestro	1,32
Panadero 12	Maestro	2,23
Panadero 13	Maestro	0,51
Panadero 14	Maestro	2,60
Panadero 15	Maestro	0,16
Panadero 16	Maestro	1,71
Panadero 17	Maestro	1,08
Panadero 18	Maestro	0,46
Media geométrica de los panaderos (S)		0,88

(S): panaderías de supermercados.

**Tabla 2. Mediciones de la concentración de polvo de harina de trigo realizadas en panaderías independientes**

nº de muestra	Denominación interna	Concentración mg/m <sup>3</sup>
Panadero 1	Maestro	1,15
Panadero 2	Maestro	2,76
Panadero 3	Maestro	1,19
Panadero 4	Maestro	1,64
Panadero 5	Maestro	2,02
Panadero 6	Maestro	0,17
Panadero 7	Maestro	1,15
Panadero 8	Ayudante de panadero	2,24
Panadero 9	Ayudante de panadero	2,15
Panadero 10	Maestro	2,98
Media geométrica de los panaderos (I)		1,93

(I): Panaderías independientes.

miento similar (0,16-3,07 mg/m<sup>3</sup> y 0,17-2,98 mg/m<sup>3</sup> en panaderías de supermercado e independientes, respectivamente).

No se encontró diferencias significativas ( $p = 0,2915$ ) entre las concentraciones de polvo de harina de trigo y el tipo de panaderías (Supermercado: MG = 0,88 mg/m<sup>3</sup> y DEG = 2,68; Independiente: MG = 1,39 mg/m<sup>3</sup> y DEG = 2,31), utilizando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

La distribución de un agente químico en el ambiente de trabajo no es homogénea, y se comporta log normalmente<sup>11,12</sup>. Por lo tanto, el indicador estadístico de tendencia central utilizado para comparar la distribución de valores entre un tipo de panadería y otro, es la media geométrica (MG); a su vez, la dispersión de los datos queda representada por la desviación geométrica (DEG). La falta de significancia entre las diferencias en las medias geométricas de los valores observados en un tipo de panadería respecto del otro, podría deberse al bajo número de muestras analizadas (representatividad).

Los resultados muestran que no existe relación entre la concentración de polvo de harina respirada y las tareas que se realizan. Esto podría ser atribuido al bajo número de muestras tomadas, sin embargo, lo más probable es que se deba a que todos los trabajadores comparten el espacio físico, y a la organización del trabajo, que se caracteriza por el intercambio de roles durante el proceso de elaboración del pan. En consecuencia, todos los trabajadores que participan del proceso pueden ser considerados un grupo de exposición similar (GES).

## Discusión

El Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, actualmente vigente, no establece un límite permisible específico para la exposición a polvo de harina de trigo<sup>9</sup>. En consecuencia se utiliza el valor establecido para polvo no especificado total de 8 mg/m<sup>3</sup> que corresponde al doble del recomendado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, 2013, de 4 mg/m<sup>3</sup> para este agente<sup>13</sup>. Una revisión sobre riesgo de alergia asociada a exposición a harina de trigo, efectuada por Roberge, Aubin y Cloutiery<sup>3</sup> en 2011, informa que estudios realizados por Brisman<sup>16</sup> en 2002, Brisman et al<sup>17</sup> en 2000, Heederick y Houba<sup>18</sup> 2001, Nieuwenhuijsen et al<sup>19</sup> en 1995 y Tongeren et al<sup>20</sup> en 2009 reportan que el riesgo de ocurrencia de síntomas de rinitis, incluso de asma, aumenta

con el nivel de exposición al polvo de harina. Adicionalmente, Houba<sup>21</sup> et al. en 1998 sostienen que el riesgo de sensibilización es insignificante cuando la exposición es inferior a 0,5 mg/m<sup>3</sup> para la fracción inhalable (Fi) del polvo y a 0,2 µg/m<sup>3</sup> para los alérgenos del trigo. En otro artículo de Houba et al<sup>22</sup> publicado el mismo año 1998, se señala que la elevación de los niveles ambientales a 2 mg/m<sup>3</sup> genera un incremento del riesgo de sensibilización a harina de trigo. Por otra parte, un estudio de cohorte retrospectiva del año 2000 de Brisman<sup>17</sup> et al. que incluye a 2.923 panaderos, reporta un riesgo aumentado de asma ocupacional a concentraciones  $\geq 3$  mg/m<sup>3</sup> (polvo total), y de rinitis a concentraciones  $\geq 1$  mg/m<sup>3</sup> (polvo total).

Un estudio publicado por Salinas y Contreas<sup>14</sup>, sobre un total de 128 pacientes estudiados con prueba de provocación bronquial específica (examen considerado estándar de oro para el diagnóstico de algunos casos de asma ocupacional), informa que el 44,5% de los casos corresponde a asma por harina de trigo<sup>14</sup>. Este estudio pone en evidencia que el asma del panadero es una enfermedad presente en Chile y cuya magnitud real se desconoce, por lo que ajustar el límite de exposición a uno más acorde con lo publicado en la literatura debiera beneficiar a estos trabajadores.

Si la legislación chilena estableciera un límite permisible específico similar al español de 4 mg/m<sup>3</sup>, ninguna de las mediciones presentadas en este estudio superaría dicho límite, sin embargo, el “nivel de acción” que se establece en los protocolos de vigilancia de sustancias químicas, obligaría a algunas de las empresas estudiadas a adoptar medidas para reducir la exposición de los trabajadores. Tratándose la harina de trigo de un agente sensibilizante, es especialmente importante mantener las concentraciones ambientales lo más bajas posible. Tampoco se debe olvidar que las harinas utilizadas en la producción de todo tipo de masas, son una mezcla compleja que tiene más de un sensibilizador como proteínas, polisacáridos, aditivos para mejorar procesos y contaminantes naturales. El reglamento sanitario de los alimentos establece en su artículo *Titulo XV, Párrafo II De las harinas, artículo 350*, disposiciones respecto a los aditivos permitidos y sus concentraciones<sup>15</sup>.

La etapa de mezcla es la que provoca mayor emisión de partículas de polvo de harina, ya que entonces es cuando ocurre la adición de ingredientes, el amasado y el espolvoreado. Asimismo, se produce suspensión de polvo con la manipulación de la masa, y las tareas de limpieza de equipos, implementos y superficies de trabajo.

Algunas prácticas que incrementan el nivel de exposición de los panaderos, es la de sacudir su ropa de trabajo, o contaminar su ropa habitual con la de trabajo cuando no hay suficientes casilleros.

De acuerdo a lo anterior, las estrategias de prevención podrían incluir medidas como la implementación de sistemas de aspiración localizada, incorporación de mangas para la descarga de los sacos de harina a la mezcladora, utilización de tapas en estas últimas máquinas. También se podrían incorporar mejoras en las prácticas de trabajo, como verter el agua en los equipos antes de agregar la harina y no al revés, que las labores de limpieza se realicen periódicamente utilizando aspiradoras para captar el polvo. Para evitar la contaminación fuera de la panadería, cada panadero podría disponer de dos casilleros guardarpapas individuales, uno destinado a la ropa de trabajo y el otro a la vestimenta habitual. Finalmente, y para efectos de controlar el riesgo residual, se podría recomendar el uso de equipos de protección respiratoria desechables, seleccionados en función de las características antropométricas de cada trabajador a través de pruebas de ajuste cualitativas o cuantitativas. Asimismo el trabajador que utilice protección respiratoria debe ser capacitado en forma teórica y práctica, en cuanto al uso, ajuste, verificación y disposición final del equipo.

Durante la recolección de información para este estudio se solicitó a los panaderos describir sus condiciones de trabajo y empleo, lo que permitió conocer que en los supermercados los trabajadores tienen contrato indefinido, y su empresa está afiliada a un organismo administrador de la ley 16.744. En tanto, en las panaderías independientes, los trabajadores no tienen contrato y el pago es por jornada diaria. Ninguna de las panaderías visitadas tenía evaluación de riesgo previa, ni mediciones específicas de polvo de harina por parte de un organismo administrador, por lo que los datos de este estudio no pudieron ser contrastados.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la revisión crítica y comentarios del Dr. Gustavo Contreras T., el apoyo del Sr. Carlos Yáñez B., Jefe del Laboratorio de Toxicología Ocupacional, del Instituto de Salud Pública, en el análisis gravimétrico de las muestra personales y también al Sr. Pedro Quintanilla B., por su colaboración en parte de la toma de muestras.

### Bibliografía

- 1.- CONTRERAS G, TORREALBA B. Enfermedades respiratorias ocupacionales. *Rev Chil Enferm Respir* 2013; 29: 189-90.
- 2.- TECNOMERCADO RETAIL. El consumo de pan en Chile aumenta un 10% en los últimos 4 años. <http://www.tecnomercadoretail.cl/el-consumo-de-pan-en-chile-aumenta-un-10-en-los-ultimos-4-anos/> (consultado el 31 de mayo de 2016).
- 3.- ROBERGE B, AUBIN S, CLOUTIER Y. Caractérisation des poussières dans les boulangeries artisanales. *Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST)* 2011; 3: 3-22.
- 4.- CONTRERAS G, TORREALBA B, SALINAS M. Enfermedades respiratorias laborales en Chile. *Ley 16.744. Rev Chil Enferm Respir* 2014; 30: 27-34.
- 5.- ROSENBERG N. Allergie Respiratoire du Boulanger. *Documents pour le Médecin du Travail* 2002 (Institut National de Recherche et de Sécurité, INRS); 90: 189-94.
- 6.- SANZ GALLE P, NOGUÉ S. Atlas de Toxicología Clínica y Laboral. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España, 2001.
- 7.- INSTITUTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). Prevención de Riesgos en Panaderías. *El Asma de los Panaderos (Nº82)*. España. 2013.
- 8.- BERNSTEIN I, BERNSTEIN D, CHAN-YEUNG M, MALO J. *Asthma in the Workplace*. Taylor & Francis, New York, USA, 2006.
- 9.- MINISTERIO DE SALUD. Decreto Supremo Nº 594. Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. República de Chile. Publicada el 29 de abril de 2000.
- 10.- INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE. Protocolo para la toma de muestra de sílice libre cristalizada en su fracción respirable y de polvo no específico total y fracción respirable. 2012.
- 11.- INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE. Manual básico sobre mediciones y toma de muestras ambientales y biológicas en salud ocupacional. Tercera Edición Actualizada. 2013.
- 12.- INSTITUTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). NTP 347: Contaminantes Químicos: Evaluación de la concentración ambiental. España. 1999.
- 13.- INSTITUTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). Límites de exposición profesional para agentes químicos. España. 2015.
- 14.- SALINAS M, ROJAS S, ABARCA G, CONTRERAS G. Asma ocupacional en la Asociación Chilena de Seguridad 1990 a 2006. *Ciencia y Trabajo*. 2007; 23: 18-22.
- 15.- MINISTERIO DE SALUD. Decreto Nº 977/96. Reglamento sanitario de los alimentos. República de Chile. 13 de mayo de 1997.

- 16.- BRISMAN J. Baker's asthma. *Occup Environ Med* 2002; 59: 498-502.
- 17.- BRISMAN J, BENGT J, LINNÉA L. Exposure-response relations for self reported asthma and rhinitis in bakers. *Occup Environ Med* 2000; 57: 335-40.
- 18.- HEEDERICK D, HOUBA R. An Exploratory Quantitative Risk Assessment for High Molecular Weight Sensitizers: Wheat Flour. *Ann Occup Hyg* 2001; 45: 175-85.
- 19.- NIEUWENHUIJSEN M, COLLIN P, SANDIFORD D, LOWSON R, TEE K, ANTHONY J, et al. Peak Exposure Concentrations of Dust and Flour Aeroallergen in Flour Mills and Bakeries. *Ann Occup Hyg* 1995; 39: 193-201.
- 20.- VAN TONGEREN M, GALEA J, TICKER W, KROMHOUT H, CHERRIE J. Temporal trends of flour dust exposure in the United Kingdom. *J Environ Monit* 2009; 11: 1492-7.
- 21.- HOUBA R, HEEDERIK D, DIEKES G. Wheat sensitization and work-related symptoms in the baking industry are preventable. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 58: 1499-503.
- 22.- HOUBA R, DIEKES G, HEEDERIK D. Occupational Respiratory Allergy in Bakery Workers. Review of the Literature. *Am J Ind Med* 1998; 34: 529-46.

---

Correspondencia a:

Christian Albornoz Villagra  
Instituto de Salud Pública.  
Avda. Marathon 1000, Ñuñoa.  
Santiago, Chile.  
Email: calbornoz@ispch.cl