

08-003

SIMPLIFIED METHODS OF EVALUATION OF THE RISK OF INHALATION TO CHEMICAL AGENTS IN LABORATORY PRACTICES TEACHING OF DESCRIPTIVE BROMATOLOGY

Sánchez Fernández, César⁽¹⁾; Varo Galvañ, Pedro Jose⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidad de Alicante

In this work we have used the qualitative evaluation tool of INSHT based on the COSHH Essentials method and the INRS method modified by the INSHT. The Riskquim version 6.0 of INSHT has been used as support tools. The proposed methodologies have been applied to perform the evaluation of the potential risk of inhalation to chemical agents in the teaching laboratory practices of the subject of descriptive bromatology in the academic year 2016-17. The subject descriptive bromatología forms part of the educational plan of the degree of Human Nutrition and Dietetics of the University of Alicante. The two methodologies applied to the context studied have proved useful as a first approximation on the risk of inhalation to chemical agents. Through them, it has been possible to differentiate the acceptable situations from those that require a more detailed evaluation and the corresponding corrective measures have been proposed. This work aims to contribute to the use of simplified methodologies and web tools in the evaluation of hygienic risks, as well as to the integration of occupational risk prevention in university education.

Keywords: *Chemical agents; Inhalation; Simplified methods; Laboratory practices; Descriptive bromatology*

MÉTODOS SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INHALACIÓN A AGENTES QUÍMICOS EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO DOCENTE DE BROMATOLOGÍA DESCRIPTIVA.

En este trabajo se ha utilizado la herramienta evaluación cualitativa del INSHT basada en el método COSHH Essentials y el método del INRS modificado por el INSHT. Como herramientas de apoyo se ha utilizado la aplicación Riskquim versión 6.0 del INSHT. Se han aplicado las metodologías propuestas para realizar la evaluación del riesgo potencial de inhalación a agentes químicos en las prácticas de laboratorio docente de la asignatura de bromatología descriptiva en el curso 2016-17. La asignatura bromatología descriptiva forma parte del plan docente de la titulación de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Alicante. Las dos metodologías aplicadas al contexto estudiado han resultado útiles como una primera aproximación sobre el riesgo de inhalación a agentes químicos. Mediante las mismas se ha podido diferenciar las situaciones aceptables de aquellas que requieren una evaluación más detallada y se han propuesto las medidas correctoras correspondientes. Este trabajo pretende contribuir al uso de metodologías simplificadas y de las herramientas web en la evaluación de riesgos higiénicos, así como a la integración de la prevención de riesgos laborales en la formación universitaria.

Palabras clave: *agentes químicos; Inhalación; Métodos simplificados; Prácticas de laboratorio; Bromatología descriptiva*

Correspondencia: César Sánchez Fernández. (cesafe479@gmail.com); Pedro Jose Varo Galvañ (pedro.varo@ua.es)



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La integración de la cultura de la prevención ha de extenderse en todas las direcciones posibles, abarcando todos los aspectos de nuestra vida y especialmente en las etapas en las que somos más vulnerables a los riesgos y en las que tenemos una mayor capacidad de asimilación, y estas son las etapas formativas (Azeredo & Stephens-Stidham, 2003).

La integración de la formación en prevención de riesgos laborales en la formación universitaria figura entre los objetivos específicos de la Estrategia Española de Salud y Seguridad en el Trabajo 2015-20 (INSHT, 2015).

La enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo realizada de forma continua durante toda la etapa formativa en la universidad permite construir actitudes positivas y una ética de la seguridad en la mayor parte de los estudiantes. La Universidad de Wittenberg, la Universidad de Seattle en Washigton y la Universidad de California utilizan este procedimiento (Alaimo y col, 2010).

En España la prevención de riesgos laborales está presente en el Estatuto del Estudiante Universitario como un derecho común de los estudiantes universitarios (art 7.1n), (BOE, 2010, p. 109357): “los estudiantes universitarios tiene derecho a recibir formación sobre prevención de riesgos y a disponer de los medios que garanticen su salud y seguridad en el desarrollo de sus actividades de aprendizaje”.

Por ello se requiere transmitir una fuerte cultura de seguridad especialmente importante en la protección de los estudiantes. Los administradores académicos, las facultades y los miembros del personal tienen responsabilidades éticas de cuidar la seguridad de sus estudiantes e inculcar conciencia sobre la seguridad, además de enseñar a los estudiantes las habilidades de seguridad requeridas para trabajar en los laboratorios del campus y en el futuro lugar de trabajo. (EU-OSHA, 2010a)

Mediante una sólida cultura de seguridad transmitida por el profesorado, los estudiantes adquirirán las habilidades necesarias para reconocer los peligros, evaluar sus riesgos de exposición, minimizarlos y estar preparados para responder a emergencias de laboratorio. (EU-OSHA, 2010b)

Los incidentes graves en laboratorios de instituciones de educación superior coinciden en USA con una débil cultura de la seguridad de las mismas, lo que motivó a muchas de estas instituciones a aplicar metodologías simplificadas de evaluación de incidentes motivados por agentes químicos en los laboratorios docentes y de investigación. (ACS, 2012).

La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo del 2015 indica, que “desde 2010 no ha mejorado la exposición a agentes químicos, por el contrario, han aumentado significativamente: manipulación de productos o sustancias químicas (8,1 puntos), respirar vapores como disolventes o diluyentes (3,3 puntos)”. (INSHT, 2017a, p.33).

Según el informe sobre el estado de la seguridad y salud laboral en España referido al 2015. En el análisis de los procesos de enfermedad profesional, entre los procesos con propuesta de Invalidez, destaca en primer lugar el grupo 4 de Enfermedades causadas por inhalación de sustancias y agentes no comprendidas en otros apartados, con un 49,16 % del total, y en tercer lugar el grupo 1 de enfermedades causadas por agentes químicos, con un 8,82 % del total. (INSHT, 2016).

El observatorio de enfermedades profesionales (CEPROSS) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (PANOTRATSS), registran en 2015: “las mayores

duraciones de los procesos de enfermedad profesional se produjeron en el grupo 6 de Agentes cancerígenos, seguido del grupo 4 de Inhalación”. (INSHT, 2016, p.104).

El presente trabajo está en concordancia con la línea de acción L 1.3c “Diseñar y poner a disposición de las empresas y personas trabajadoras herramientas operativas de gestión de la seguridad, la salud y el bienestar laboral” del objetivo 1 (Impulsar y fortalecer las instituciones públicas valencianas dedicadas a la Prevención de Riesgos Laborales para la promoción de la seguridad, la salud y el bienestar laboral como un valor estratégico de la economía valenciana) de la Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Labora 2017-2020 (INVASSAT, 2017, p. 25). Y la línea de acción L 2.4d “Potenciar los recursos y la utilización de herramientas TIC en materia de prevención de riesgos laborales, a través de la formación adecuada a personas delegadas de prevención, mandos intermedios, titulares de puestos de dirección, autónomas, etc” del objetivo 2 (Promover la gestión efectiva de la seguridad y la salud en las empresas valencianas basada en la cultura preventiva y la mejora continua, potenciando las actuaciones de las administraciones públicas valencianas en materia de análisis, investigación, promoción, formación, apoyo, asesoramiento, vigilancia y control de la prevención de riesgos laborales) de la Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Labora 2017-2020 (INVASSAT, 2017, p. 27).

También contribuye a la línea de acción 2A1. “Informar y concienciar a las empresas y trabajadores, con especial atención a las pymes y microempresas, sobre la prevención de riesgos laborales y la disponibilidad de herramientas oficiales que facilitan la aplicación de la normativa”, del objetivo 2 (Potenciar actuaciones de las Administraciones Públicas en materia de análisis, investigación, promoción, apoyo, asesoramiento técnico, vigilancia y control de la prevención de riesgos laborales), de la Estrategia Española de Seguridad, Salud en el Trabajo 2015-2020 (INSHT, 2015, p. 24).

Control Banding (CB) es una estrategia cualitativa sistemática para evaluar y gestionar los riesgos asociada a productos químicos en el laboratorio. Es una técnica que se utiliza para guiar la evaluación y gestión de los riesgos químicos en el laboratorio de investigación, centrándose en un número limitado de medidas de control específicas. Esta metodología aplicada a nivel laboral en diferentes países, con sus pequeñas variaciones cada uno, es totalmente trasladable a los laboratorios de docencia de las universidades y su simple aplicación de forma sistemática, contribuiría a cumplir los objetivos de la Estrategia Española de Salud y Seguridad en el Trabajo 2015-20.

1.1 Aspectos legislativos

El Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el Trabajo, establece la obligación por parte del empresario de evaluar los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos con el fin de determinar el nivel de riesgo al que pueden verse expuestos los trabajadores y evitar o reducir el riesgo. Este Real Decreto, permite la posibilidad de no realizar las mediciones si el empresario puede demostrar que por otros medios de evaluación se ha logrado una adecuada prevención y protección, como viene así explícitamente descrito en el último párrafo del apartado 5 del artículo 3 “Evaluación de los riesgos” del Real Decreto.

El uso de modelos simplificados o cualitativos de evaluación puede ser muy útil para sistematizar los criterios que el higienista emplearía para determinar si es o no necesario realizar mediciones, además de facilitar la justificación documental de tal decisión (INSHT, 2013a).

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es realizar una evaluación inicial del riesgo potencial de inhalación de agentes químicos en las prácticas docentes de laboratorio de la asignatura de bromatología descriptiva en el curso 2016-17, utilizando metodologías simplificadas. La asignatura bromatología descriptiva forma parte del plan docente de la titulación de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Alicante.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

Primero. Aplicación de la metodología simplificada COSHH Essentials para el riesgo de inhalación a agentes químicos, utilizando la herramienta Evaluación cualitativa del INSHT.

Segundo. Aplicación de la metodología simplificada INRS para el riesgo de inhalación a agentes químicos, utilizando la metodología adaptada por INSHT del método INRS.

Tercero. Comparación de los resultados obtenidos con las metodologías utilizadas en el contexto estudiado.

Cuarto. Aplicación de la herramienta Riskquim del INSHT para la obtención de los peligros a agentes químicos para los productos requeridos en el contexto estudiado.

Quinto. En base a los resultados obtenidos presentar propuesta de medidas preventivas relacionadas con el riesgo de inhalación de agentes químicos en el contexto estudiado.

3. Metodología

Los métodos cualitativos funcionan con una matriz en la que se combinan las variables de peligro (se distribuye en niveles o bandas atendiendo a las distintas clases de peligro) y la exposición potencial (también distribuida en niveles o bandas atendiendo a varios determinantes de exposición) para llegar así a un nivel de riesgo potencial (INSHT, 2017b).

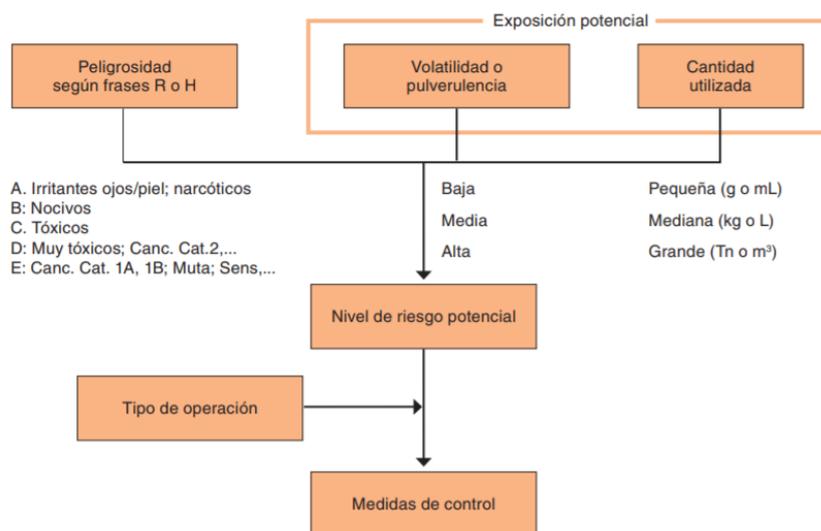
Los métodos Control Banding se basan en la asignación de puntuaciones o niveles a algunas de las variables, como la peligrosidad de los agentes químicos, la frecuencia de la exposición, la duración de la exposición, la cantidad de agente químico utilizado o presente, las características físicas del agente, la forma de uso, o el tipo de medida de control existente. A consecuencia obtenemos una serie de resultados en distintos niveles de riesgo, que determinan si el riesgo es o no aceptable y en ocasiones, el tipo de medidas preventivas aplicables. Es posible diferenciar entre dos tipos de modelos: los que estiman el riesgo potencial de exposición (no incluyen como variable de entrada las medidas preventivas tomadas) y los que estiman el riesgo esperable de exposición (estiman el riesgo final, tal como es, es decir, considerando las medidas ya implantadas si las hay).

Del primer tipo es representativo el modelo británico COSHH Essentials, publicado por Health and Safety Executive, (Cavallé, 2012a). Y del segundo, el método francés Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique, publicado por el Institute National de Recherche et Sécurité (INRS, 2015). El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha realizado modificaciones sobre el procedimiento original del INRS, que constituye la adaptación del INSHT al método INRS (Sousa & Tejedor, 2012). Estos dos métodos han sido los utilizados en este estudio para la realización de la evaluación de riesgos en laboratorios de docencia e investigación.

3.1 Exposición a agentes químicos. Evaluación cualitativa (INSHT)

En este estudio se ha utilizado la herramienta Exposición a agentes químicos. Evaluación cualitativa, basada en el modelo británico COSHH Essentials de estimación del riesgo potencial por exposición a agentes químicos (INSHT, 2012). (Figura 1).

Figura 1. Etapas y variables del modelo COSHH Essentials. Fuente: Cavallé, 2012b



En este modelo se asignan valores a cualitativos a tres variables (peligrosidad, cantidad utilizada por operación y capacidad del agente de pasar al ambiente) y así se categorizan las situaciones u operaciones en 4 grupos de riesgo potencial creciente. A cada uno de los niveles de riesgo le corresponde un tipo de medidas de prevención, más rigurosas cuanto mayor sea el riesgo potencial. Ello permite abordar el riesgo por exposición a agentes químicos en la empresa de forma global, e incrementar significativamente la actuación preventiva en este ámbito.

La interpretación de los resultados se enmarca en los niveles de riesgo:

Riesgo potencial 1. En estas situaciones el control de la exposición podrá lograrse, normalmente, mediante el empleo de ventilación general.

Riesgo potencial 2. En estas situaciones habrá que recurrir a medidas específicas de prevención para el control del riesgo. El tipo de instalación más habitual para controlar la exposición a agentes químicos es la extracción localizada.

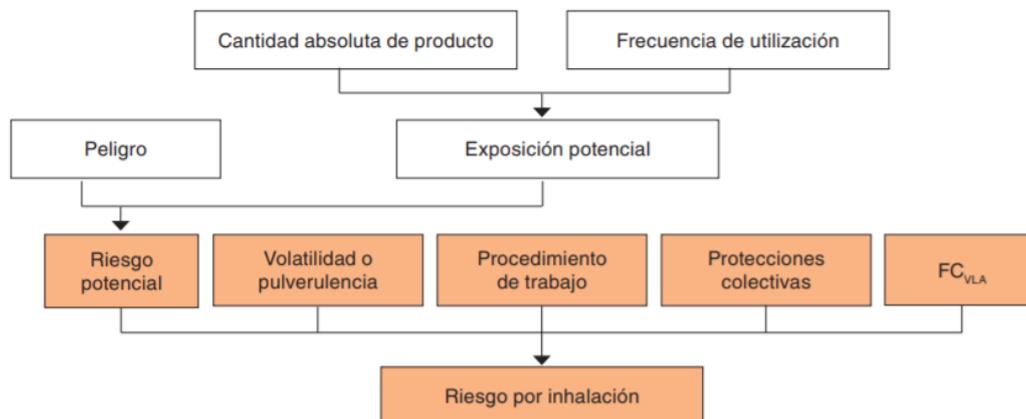
Riesgo potencial 3. En estas situaciones habrá que acudir al empleo de confinamiento o de sistemas cerrados mediante los cuales no exista la posibilidad de que la sustancia química pase a la atmósfera durante las operaciones ordinarias.

Riesgo potencial 4. Las situaciones de este tipo son aquéllas en las que, o bien se utilizan sustancias muy tóxicas o bien se emplean sustancias de toxicidad moderada en grandes cantidades y con una capacidad media o elevada de pasar a la atmósfera.

3.2 Adaptación del INSHT del método INRS

Permite realizar una estimación inicial del riesgo potencial y priorizar las acciones a tener en cuenta. Este método adaptado por el INSHT se recoge en la publicación "Riesgo Químico. Sistemática para la evaluación higiénica" (Aguilar y col, 2010) y en la NTP 937 (Sousa y Tejedor, 2012). Permite realizar una evaluación semi-cuantitativa del riesgo por inhalación, calculando una puntuación del riesgo a partir de las puntuaciones obtenidas para cada clase de variable. (Figura 2).

Figura 2. Etapas y variables de la adaptación del INSHT del método INRS. Fuente: Sousa y Tejedor, 2012



Una vez que se han determinado las clases de riesgo potencial, de volatilidad, de procedimiento y de protección colectiva y que se han puntuado de acuerdo a los criterios del método, se calcula la puntuación del riesgo por inhalación (P_{inh}) aplicando la ecuación 1.

$$P_{inh} = P_{riesgo\ potencial} \cdot P_{volatilidad} \cdot P_{procedimiento} \cdot P_{protec.\ colec.} \cdot FC_{VLA} \quad (1)$$

Con la puntuación obtenida se caracteriza el riesgo como:

Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones), $P_{inh} \leq 100$.

Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones), $100 < P_{inh} \leq 1000$.

Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas), $P_{inh} > 1000$.

3.3 Otras herramientas

Se han utilizado otras herramientas, como: RISKQUIM versión 5.0. Productos Químicos: Identificación y clasificación de peligrosidad (INSHT, 2013b). RISKQUIM permite obtener la clasificación y el etiquetado de los productos químicos (sustancias y mezclas) generados por el propio usuario.

3.4 Materiales

En el presente estudio se han evaluado las prácticas docentes: determinación de inhibidores de la digestión de proteínas, determinación de lípidos, determinación de minerales en alimentos, determinación de nitritos en productos cárnicos y determinación de la exposición a quinina a través de bebidas refrescantes. Todas ellas pertenecientes a la titulación citada en los objetivos.

Como primer paso en la evaluación, se analizó cada uno de los documentos de prácticas proporcionados por el departamento a los alumnos, donde se detallan todas las partes y procesos en los que se descompone la práctica. En este documento podemos identificar todas las sustancias que se utilizan, su concentración, composición y volumen.

Una vez identificadas las variables disponibles en los documentos y estimados los tiempos relativos a cada uno de los procesos (tabla 1), se procedió a tener una entrevista con una de las formadoras encargadas de realizar estas prácticas con los alumnos, con el fin de confirmar toda la información recopilada.

Tabla 1. Procesos estudiados en cada práctica

Práctica	Jornadas	Proceso	Agentes químicos del proceso
Proteínas	J1	1 Disolución de harina en NaOH	NaOH 0,02 M
		2 Ajuste de pH mediante HCl	HCl 37 % (p/p)
		3 Preparación de disolución de ácido acético glacial al 30%	Ácido Acético Glacial 100% (p/p)
Lípidos	J1	1 Disolvente extractante	Cloroformo y Metanol
		2 Sistema de filtrado	Sulfato Sódico Anhidro
		3 Pipeteo fase orgánica, cloroformo	Cloroformo y Sulfato Sódico Anhidro
Minerales	J1	1 Evaporar HCl	HCl
		2 Disolución con ácido nítrico	Ácido Nítrico 10% (p/p)
		3 Pipeteo y análisis con ácido nítrico	Patrón de fósforo, Ácido Nítrico y Nitromolibdovanadato
Nitritos cárnicos	J1	1 Pesada de nitrito sódico	Nitrito Sódico
		2 Disolución de nitrito sódico	Disolución de Nitrito Sódico (1000 ppm)
		3 Mezcla de reactivos Gries I y II	Gries I y Gries II
		4 Pipeteo y análisis de muestras	Gries I, Gries II y Nitrito Sódico
	J2	1 Preparación de patrones de nitrito	Nitrito Sódico
		2 Pipetear Gries I y II en patrones y muestras	Gries I y Gries II
		3 Medición absorbancia en muestras	Gries I, Gries II y Nitrito Sódico
Quinina	J1	1 Preparación del reactivo ácido	H ₃ PO ₄ y HCl
		2 Pesada de quinina	Quinina

Tras la entrevista y correcciones pertinentes se pasó a realizar las evaluaciones mediante los dos métodos propuestos. El modelo británico COSHH Essentials, publicado por Health and Safety Executive, el cual aplicaremos mediante el calculador del INSHT, y el modelo francés publicado por el INRS (Institute National de Recherche et Sécurité), utilizando la adaptación realizada por el INSHT.

Para poder ejecutar estas metodologías es necesario hacer uso las fichas de seguridad de los productos utilizados en cada proceso. Esto es sencillo cuando se usan concentraciones y productos habituales, ya que las mismas marcas y proveedores las entregan junto con los productos o se encuentran fácilmente en la base de datos de hojas de seguridad del suministrador. Pero esto no es siempre lo habitual, ya que en los laboratorios de docencia e investigación se suelen hacer mezclas y diluciones para su uso.

Debido a la complejidad de ciertas mezclas o sustancias realizadas para las prácticas, se ha utilizado como ayuda el programa "RISKQUIM versión 5.0. Productos Químicos: Identificación y clasificación de peligrosidad". Permite crear sustancias, productos y establecer sus etiquetas, para crear una nueva sustancia con esta etiqueta, para poder introducirla en un nuevo producto y realizar la evaluación de la peligrosidad de la mezcla preparada.

4. Resultado

A modo de ejemplo se presentan en las tablas 2 y 3 los resultados obtenidos para el proceso 2 de la práctica de digestión de proteínas obtenidos con los métodos COSHH e INRS respectivamente.

Los resultados detallados del estudio están disponible en Sánchez Fernández, 2017.

Tabla 2. Método COSHH Essentials. Proceso 2 (ajuste de pH), práctica de digestión de proteínas

Producto	Estado	Peligro -sidad	Cantidad por operación	Capacidad de pasar al ambiente	Nivel de riesgo potencial	Comentario
HCl 37%	Líquido	C	Pequeña	Media	1	Nota 1 y 3
RIESGO TOTAL DE LA OPERACIÓN	Nivel 1: El riesgo puede controlarse mediante la aplicación de los principios generales de prevención y una adecuada ventilación general.					

Nota 1: Reducción del nivel de riesgo potencial por bajo tiempo de exposición diaria. Se ha reducido un grado el nivel de riesgo potencial (y en consecuencia la rigurosidad de la medida preventiva necesaria o nivel de control) debido a que la duración de la exposición es inferior a 30 minutos diarios (resultantes de multiplicar el tiempo de duración de la operación por el número de veces que ésta se realiza durante una jornada estándar).

Nota 3: no es posible modificar el nivel de peligrosidad del agente. El valor de los datos adicionales introducidos para el agente o la no disponibilidad de los mismos, impiden clasificar la peligrosidad del agente en otro grupo distinto al obtenido con el modelo estándar.

Tabla 3. Método INRS. Proceso 2 (ajuste de pH), práctica de digestión de proteínas

Puntuación Riesgo potencial	Puntuación Volatilidad o pulverulencia	Puntuación Procedimiento de trabajo	Puntuación Protecciones colectivas	Putuación FC _{VLA}	P _{inh}
10	10	0,5	0,7	1	35

Riesgo por inhalación del proceso: riesgo a priori bajo, sin necesidad de realizar ninguna acción.

En la tabla 4 se muestran los resultados de las evaluaciones de cada uno de los procesos de la prácticas estudiadas.

Tabla 4. Resumen de resultados de los procesos

Práctica	Jornada	Proceso	Método COSHH Nivel de riesgo potencial	Método INSR Puntuación del riesgo por inhalación
Proteínas	1J	1	1	70
		2	1	35
		3	1	50
Lípidos	1J	1	3	500
		2	1	35
		3	2	3500
Minerales	J1	1	1	50
		2	1	50
		3	2	5
Nitritos cárnicos	J1	1	1	500
		2	1	3,5
		3	3	5
		4	3	500
	J2	1	1	3,5
		2	3	350
		3	3	500
Quinina	J1	1	2	35
		2	1	500

Una vez estudiado el riesgo de cada operación, se determina el riesgo potencial por inhalación para las prácticas docentes objeto de estudio mediante los métodos COSHH e INRS. (Tabla5).

Tabla 5. Riesgo por inhalación de las prácticas

Práctica	Método COSHH	Método INRS
	Nivel de riesgo potencial	Característica del riesgo
Determinación de inhibidores de la digestión de proteínas	1	riesgo a priori bajo
Determinación de lípidos.	3	riesgo probablemente muy elevado
Determinación de minerales en alimentos	2	riesgo a priori bajo
Determinación de nitritos en productos cárnicos	3	riesgo probablemente muy elevado
Determinación de quinina en bebidas refrescantes	2	riesgo moderado

5. Conclusiones

La aplicación del método COSHH mediante la herramienta del INSHT permite determinar que el riesgo potencial de inhalación en contexto estudiado es: En la práctica de proteínas de riesgo potencial 1. En estas situaciones el control de la exposición podrá lograrse, normalmente, mediante el empleo de ventilación general. En la práctica de minerales y de quinina de riesgo potencial 2, el tipo de instalación más habitual para controlar la exposición a agentes químicos es la extracción localizada. En la práctica de lípidos y nitritos de riesgo potencial 3, en estas situaciones habrá que acudir al empleo de confinamiento o de sistemas cerrados.

La aplicación de la adaptación del INSHT al método INRS permite determinar que el riesgo potencial de inhalación en contexto estudiado es: En la práctica de proteínas y minerales riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones). En la práctica de nitritos y quinina riesgo moderado (medidas correctoras y/o una evaluación detallada mediante método cuantitativo). En la práctica de lípidos riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas), esta evaluación es motivada por el proceso 3 de la práctica, lo que justificaría la sustitución del mismo, o la sustitución del producto que lo motiva.

La comparación de los resultados obtenidos por los dos métodos son coincidentes, excepto en los resultados de las prácticas de minerales y nitritos. En este caso la evaluación recomendada sería la resultante del método INRS, ya que este, tiene en

cuenta un mayor número de factores, que simulan mejor el escenario de la actividad evaluada.

Las dos metodologías aplicadas al contexto estudiado han resultado útiles como una primera aproximación sobre el riesgo de inhalación a agentes químicos. Mediante las mismas se ha podido diferenciar las situaciones aceptables, donde el riesgo es a priori bajo, de aquellas que requieren una evaluación más detallada y/o la adopción de medidas correctoras.

En el contexto estudiado, la preparación de productos como disoluciones de trabajo previos a su uso, hacen necesario la identificación previa de los peligros, por lo que la utilización de la herramienta Riskquim ha resultado de gran ayuda.

6. Referencias

- Aguilar, J., Bernaola, M., Galvez, V., Rams, P., Sánchez, M., Sousa, M., Tanarro, C. & Tejedor, J. (2010). *Riesgo Químico. Sistemática para la evaluación higiénica*. Madrid: INSHT.
- Alaimo, P.; Langenhan, J.; Tanner, M. & Ferrenberg, S. (2010). Safety Teams: An Approach to Engage Students in Laboratory Safety. Division of Chemical Education, *Journal of Chemical Education*, 87(8), 856–861.
- American Chemical Society. (2012). *Creating Safety cultures in Academic Institutions: A report of the Safety cultures Task Force of the ACS Committee on Chemical Safety*. Washington, DC: ACS.
- Azeredo, R. & Stephens-Stidham, S. (2003). Design and implementation of injury prevention curricula for elementary schools: lessons learned. *Injury Prevention*, (9), 274-278.
- Cavallé Oller, N. (2012a). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. NTP 936. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/936w.pdf>
- Cavallé Oller, N. (2012b). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales. NTP 935. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a93>
- España. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, de 1.5.2001, núm. 104, pp. 15893-15899.
- España. Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario. *Boletín Oficial del Estado*, de 31.12.2010, núm. 318, pp. 109353-109380.
- European Agency for Safety and Health at Work. (2010a). Factsheet 91. *Challenges and opportunities for mainstreaming OSH into university education — Summary of a Report*. Recuperado de <https://osha.europa.eu/en/tools-andpublications/publications/factsheets/91/view/>
- European Agency for Safety and Health at Work. (2010b). *Mainstreaming OSH into university education*. Recuperado de https://osha.europa.eu/en/tools-andpublications/publications/reports/mainstream_osh_university_education
- Institute National de Recherche et Sécurité (2005). *Méthologie d'évaluation simplifiée du risque chimique*. Recuperado de <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202233>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2012). *Exposición a agentes químicos. Evaluación cualitativa*. Recuperado de <http://riskquim.insht.es:86/riskquim/cb/>

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2013a). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. Madrid: INSHT.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2013b). *RISKQUIM versión 5.0. Productos Químicos: Identificación y clasificación de peligrosidad*. Recuperada de <http://riskquim.insht.es/riskquim/CLP/>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ESTRATEGIA%20SS T%2015 20.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2016). *Informe sobre el estado de la seguridad y salud laboral en España. 2015*. Recuperado de http://www.semst.org/archsubidos/20170112_fe98_InformeSS2015.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017a). Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2015 6ª EWCS – España. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20 PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/GENERALIDAD/ENCT%202015.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017b). *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20 PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/Herramientas%20para%20la% 20gestion%20del%20riesgo%20quimico.pdf>
- Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2017). *Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Laboral 2017-2020: Invertir en las personas*. Recuperado de http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/164964983/Estrategia+Vale nciana+de+Seguridad%2C%20Salud+y+Bienestar+Laboral+2017- 2020_cs/a8b7aab6-84c4-47d8-ad48-32a3b71008cd
- Sánchez Fernández, C. (2017). *Métodos simplificados de evaluación del riesgo de inhalación a agentes químicos en prácticas de laboratorio docente de bromatología descriptiva*. (Tesis de máster en prevención de riesgos laborales. Universidad de Alicante, 2017). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/69629>
- Sousa, M. & Tejedor, J. (2012). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS. *NTP 937*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/9 37w.pdf>
- Unión Europea. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones relativa a un marco estratégico de la UE en materia de salud y seguridad en el trabajo 2014-2020. *COM (2014) 332 final*. Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0332&from=ES>
- Unión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de Las Regiones. Trabajo más seguro y saludable para todos - Modernización de la legislación y las políticas de la UE de salud y seguridad en el trabajo. *COM(2017) 12 final*. Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0012&from=ES>

Agradecimientos

A Pedro Jose Varo Galvañ, Carmen Bueno Ferrer y Pablo Sánchez Murillo.