

Evaluación Ergonómica en el Laboratorio de Química de una Institución Universitaria

Evaluation Of Working Conditions In The Chemistry Laboratory Of A University Institution

Sonia Emilia Leyva Ricardo¹

Universidad UTE Sede Santo Domingo. sonia.leyva@ute.edu.ec

Rodrigo Saquicela Rojas²

Universidad UTE Sede Santo Domingo. rodrigo.saquicela@ute.edu.ec

Jonnathan Ismael Chamba Cruz³

Universidad UTE Sede Santo Domingo. jonnathan.chamba@ute.edu.ec

Caleb Espinosa Morán⁴

Universidad UTE Sede Santo Domingo. caleb.espinosa@ute.edu.ec

Recibido: 30/09/2024

Aceptado: 25/11/2024

Publicado: diciembre/2024

¿Cómo citar?:

Leyva, S.; Saquicela, R.; Chamba, J.; Espinoza, C. (2024). Evaluación Ergonómica en el Laboratorio de Química de una Institución Universitaria. *Revista Científica Mundo Recursivo*, 7(2), 195-215

¹ Ingeniera Industrial. Máster en contaminación ambiental. Mención gestión ambiental y protección de los recursos naturales. Docente Universidad UTE, Sede Santo Domingo, Ecuador. <http://orcid.org/0000-0002-4556>.

² Ingeniero agropecuario Maestría en Nutrición Vegetal. Facultad Ciencias de la Ingeniería e Industria Universidad UTE Sede Santo Domingo. <https://orcid.org/0000-0003-2608-3150>

³ Ingeniero en Electrónica en Control y Redes Industriales. Magister en Electrónica y Automatización. F <https://orcid.org/0000-0003-2792-7271>

⁴ Ingeniero en ciencias informáticas. Mágister en Docencia de las Ciencias Informáticas. <https://orcid.org/0009-0009-5109-4530>

RESUMEN

La ergonomía es esencial en los laboratorios ya que optimiza la interacción entre los trabajadores y su entorno, mejorando la salud, el bienestar y la eficiencia. En este contexto, una evaluación ergonómica adecuada es crucial para identificar y mitigar riesgos que pueden afectar tanto la salud de los empleados como la productividad de la organización. Estadísticas de la OIT indican que entre el 20% y el 30% de los trabajadores en sectores industriales experimentan problemas musculoesqueléticos relacionados con factores ergonómicos. Además, se estima que las lesiones laborales representan aproximadamente el 60% de todas las reclamaciones de compensación en las industrias química y biotecnológica, lo que subraya la necesidad de abordar estos problemas. Este artículo destaca la evaluación de las condiciones laborales en un laboratorio de química de una institución universitaria utilizando la Lista de Comprobación Ergonómica (LCE) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Se identificaron varios riesgos ergonómicos, como posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas, y deficiencias en iluminación y uso de equipos de protección personal (EPP). La implementación de un programa ergonómico integral en los laboratorios puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de los trabajadores, así como en la productividad y eficiencia de la organización. Es fundamental que las empresas prioricen la evaluación y mejora de las condiciones ergonómicas para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.

Palabras claves: Ergonomía, Salud laboral, Riesgos ergonómicos, Bienestar, condiciones laborales.

ABSTRACT

Ergonomics is essential in laboratories, as it optimizes the interaction between workers and their environment, improving health, well-being and efficiency. In this context, an adequate ergonomic assessment is crucial to identify and mitigate risks that can affect both employee health and organizational productivity. ILO statistics indicate that between 20% and 30% of workers in industrial sectors experience musculoskeletal problems related to ergonomic factors. Furthermore, it is estimated that occupational injuries account for approximately 60% of all compensation claims in the chemical and biotechnology industries, underlining the need to address these issues. This article highlights the assessment of working conditions in a chemistry laboratory of a university

institution using the International Labour Organization Ergonomic Checklist. Several ergonomic risks were identified, such as inadequate postures, repetitive movements, load handling, and deficiencies in lighting and use of personal protective equipment. Actions to improve working conditions can have a significant impact on the health and well-being of workers, as well as on the productivity and efficiency of the organization. It is essential that companies prioritize the evaluation and improvement of ergonomic conditions to ensure a safe and healthy work environment.

Keywords: Ergonomics, Occupational health, Ergonomic risks, Well-being, working conditions.

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios químicos presentan desafíos únicos en términos de salud ocupacional, donde la ergonomía desempeña un papel fundamental. Esta disciplina científica, que busca adaptar el entorno laboral a las necesidades del trabajador, resulta especialmente crítica en espacios donde predominan las tareas repetitivas, las posturas prolongadas y el manejo constante de sustancias químicas.

La relevancia de implementar principios ergonómicos en estos entornos se evidencia en investigaciones recientes. Un estudio realizado por Aghilinejad et al (2021) reveló que tres de cada diez trabajadores en laboratorios químicos desarrollan trastornos musculoesqueléticos debido a condiciones laborales inadecuadas. Estas afecciones no solo comprometen el bienestar del personal, sino que también repercuten en la eficiencia operativa y la calidad de los resultados. En este contexto, la OMS ha documentado que las intervenciones ergonómicas apropiadas pueden disminuir hasta en un 50% la frecuencia de estas lesiones laborales.

Para abordar esta problemática de manera sistemática, existen herramientas especializadas como la Lista de Comprobación Ergonómica, desarrollada por la OIT. Según Bermúdez et al (2019), la aplicación de este instrumento facilita la detección temprana de riesgos ergonómicos y permite diseñar estrategias preventivas efectivas, contribuyendo así a la creación de ambientes laborales más seguros y saludables en los laboratorios químicos.

La ergonomía, como disciplina esencial en el ámbito laboral, juega un papel fundamental en la optimización de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos ocupacionales. Esta investigación se enfoca en examinar su aplicación específica en laboratorios químicos, donde las

tareas requieren precisión y atención minuciosa, exponiendo al personal a diversos riesgos ergonómicos que demandan una gestión cuidadosa (Chen et al., 2020) y Leyva (2024)

El estudio se estructura en torno a tres objetivos principales:

Realizar un análisis exhaustivo de los riesgos ergonómicos específicos en laboratorios químicos, con especial atención a aquellos factores que pueden desencadenar problemas de salud ocupacional.

Validar la efectividad de la LCE desarrollada por la OIT como instrumento de evaluación sistemática del entorno laboral.

Establecer un conjunto de directrices prácticas basadas en evidencia para optimizar las condiciones laborales y reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos entre el personal de laboratorio.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para transformar el ambiente laboral en los laboratorios químicos, promoviendo una cultura organizacional centrada en la prevención y el bienestar ocupacional. Los hallazgos y recomendaciones derivados de este estudio no solo contribuirán a mejorar la seguridad laboral, sino que también impactarán positivamente en la eficiencia y productividad del personal.

DESARROLLO

La ergonomía se ha consolidado como una disciplina científica fundamental que estudia la interacción entre los seres humanos y los elementos de su entorno laboral. Su objetivo principal es optimizar tanto el bienestar del trabajador como el rendimiento general del sistema mediante la aplicación de teorías, principios y métodos específicos (Henderson y Thompson, (2021). En este contexto, el análisis de la postura y los movimientos de los trabajadores resulta crucial para evaluar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME) en el ambiente laboral (Salvendy y Karwowski, (2021). De hecho, la implementación de intervenciones ergonómicas se ha identificado como la estrategia más efectiva para prevenir los TME, enfocándose en el rediseño de los puestos de trabajo y la optimización de procesos para mejorar la salud, seguridad y productividad (Henderson y Thompson, 2021).

En el contexto específico de los laboratorios químicos, los desafíos ergonómicos adquieren particular relevancia. El personal de estos espacios realiza regularmente tareas que demandan alta precisión y atención, como el pipeteo y la manipulación de sustancias peligrosas. Kumar y Prasad

(2019) han documentado que las deficiencias en el diseño ergonómico pueden desencadenar diversos problemas de salud, incluyendo TME, fatiga crónica y un incremento en la incidencia de accidentes laborales.

La presente investigación se centra en examinar la evolución conceptual de la ergonomía en el ámbito de los laboratorios químicos e industriales, analizando las diversas perspectivas y contribuciones de expertos en el campo.

A continuación, se exponen la evolución en el tiempo que ha tenido los aportes de algunos expertos al concepto de ergonomía:

Según Vicente et al (2022) pueden identificar cuatro categorías principales de riesgos ergonómico:

- Posturas Inadecuadas: Posturas de trabajo que se desvían significativamente de las posiciones neutras o naturales del cuerpo, generando tensión muscular y estrés en las articulaciones. Ejemplos incluyen inclinarse hacia adelante, mantener los brazos elevados, girar el tronco, etc. La adopción prolongada de estas posturas forzadas puede derivar en problemas musculoesqueléticos.

- Movimientos Repetitivos: Movimientos frecuentes y similares que se realizan durante las tareas de laboratorio, como pipetear, usar microscopios, manipular muestras, etc. La repetición continua de estos movimientos, especialmente en las extremidades superiores, puede causar lesiones por esfuerzo repetitivo como tendinitis, síndrome del túnel carpiano y otras condiciones. En la Tabla 1 se muestra los aportes de varios autores al concepto de la ergonomía desde el año 2015-2024.

Tabla 1*Cronológica de Autores y sus Aportes al Concepto de Ergonomía (2015-2024)*

Autor(es)	Concepto/Aporte a la Ergonomía	Enfoque Principal
Acosta, G. G., & Morales, K. L. (2010)	Presenta la ergonomía como una disciplina sistémica orientada al desempeño que se ocupa de las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema	Enfoque Sistémico
Brusique, R. G. (2017).	Describe la ergonomía como "la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema"	Interacción Humano-Sistema
Sánchez, M. G. O. (2017).	Desarrolla el concepto de ergonomía de sistemas como un enfoque holístico que considera todos los aspectos del lugar de trabajo	Ergonomía de Sistemas
Ahmadi, E. & Yazdani, A.(2019)	Enfatiza la ergonomía como herramienta para optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema	Productividad y Bienestar
Bornacelli Orozco, D. J., Escobar Velilla, R. J., & Velásquez Zuluaga, M. (2020).	Define la ergonomía como la ciencia multidisciplinar que estudia las capacidades y limitaciones físicas y mentales de las personas en relación con su trabajo	Enfoque Multidisciplinar
Lee, K.S. & Jung, M.C.(2021)	Amplía el concepto incluyendo aspectos de la digitalización y la industria 4.0 en la ergonomía moderna	Ergonomía Digital
Vicente, J. M. F., Álvarez-Sánchez, J. R., de la Paz López, F., & Adeli, H(2022)	Introduce el concepto de diseño ergonómico centrado en el humano para sistemas complejos	Diseño Centrado en Humanos
Chen, M., Fadel, G., & Mata, I.(2023)	Desarrolla el concepto de ergonomía cognitiva en entornos digitales y su impacto en la experiencia del usuario	Ergonomía Cognitiva
Martínez Ruiz, M(2024)	Integra principios de sostenibilidad en la ergonomía, considerando impactos ambientales y sociales	Ergonomía Sostenible

○Diseño del Espacio de Trabajo: La distribución, organización y características del espacio de trabajo del laboratorio. Un diseño inadecuado que restringe la movilidad y genera ambientes incómodos puede aumentar el riesgo de accidentes y lesiones entre los trabajadores. Factores clave incluyen la ubicación de equipos, iluminación, espacio entre estaciones de trabajo, etc.

○Carga Física: El esfuerzo y desgaste físico asociado a manipular o transportar elementos pesados, como reactivos, equipos, muestras u otros materiales en el laboratorio. Una carga física excesiva puede sobrecargar el sistema musculoesquelético y ocasionar problemas como dolor de espalda, lesiones por esfuerzo, hernias, etc. La aplicación de fuerza excesiva puede causar lesiones en espalda y extremidades. Estas condiciones ergonómicas deficientes pueden desencadenar diversas consecuencias: Físicas: Desarrollo de patologías como tendinitis, síndrome del túnel carpiano y dolor lumbar.

- Por lo tanto, la ergonomía debe considerarse como una variable fundamental en el diseño y funcionamiento de laboratorios químicos considerando que, a pesar de las mejoras en las condiciones laborales en los últimos años, persisten desafíos significativos relacionados con la ergonomía que requieren atención continua.
- La implementación de prácticas ergonómicas adecuadas no solo protege la salud de los trabajadores, sino que también mejora la productividad y eficiencia operativa en el laboratorio (Kumar y Prasad, 2019).

Los autores del presente estudio, a partir de la revisión de los trabajos Salvendy, y Karwowski. (2021). y de Karwowski y Zhang, (2021) identifican las siguientes tendencias en el desarrollo de los modelos ergonómicos:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Digitalización y Tecnología | ○ Inclusión de factores ambientales |
| ○ Incorporación de aspectos digitales | 3. Sostenibilidad |
| ○ Adaptación a nuevas interfaces | ○ Consideraciones ambientales |
| ○ Consideración de la realidad virtual y aumentada | ○ Impacto social |
| 2. Enfoque Holístico | ○ Eficiencia energética |
| ○ Integración de factores físicos, cognitivos y organizacionales | 4. Industria 4.0 |
| ○ Consideración de aspectos psicosociales | ○ Adaptación a entornos automatizados |
| | ○ Interacción humano-robot |
| | ○ Sistemas inteligentes |

Para evaluar los riesgos ergonómicos en laboratorios, se utilizan varios métodos específicos que permiten identificar y cuantificar factores de riesgo asociados a las tareas realizadas, para lo cual se parte del criterio de autores como Mikkelsen y Olsen, (2023) y Wilson y Corlett, (2023).

A continuación, en la Tabla 2 se presentan algunos de los métodos utilizados para evaluar los riesgos ergonómicos:

Tabla 2

Métodos de evaluación ergonómica

Métodos de Evaluación Ergonómica	Características
REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Este método evalúa el riesgo asociado a posturas estáticas y dinámicas, dividiendo el cuerpo en grupos para asignar puntuaciones según los ángulos de las articulaciones. Es útil para identificar riesgos en actividades que requieren esfuerzo físico prolongado.
RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	Similar al REBA, se centra en evaluar las extremidades superiores y las posturas adoptadas durante el trabajo. Proporciona una puntuación que ayuda a determinar la necesidad de intervención ergonómica.
MAC (Manual Handling Assessment Charts)	Este método se utiliza para evaluar la manipulación manual de cargas, analizando variables como el peso, la frecuencia de levantamiento y las posturas adoptadas durante la tarea. Utiliza un sistema de colores para clasificar el nivel de riesgo.
ART (Assessment of Repetitive Tasks)	Se enfoca en tareas repetitivas y evalúa factores como la frecuencia de movimientos, la fuerza aplicada y las posturas forzadas. También utiliza un sistema de puntuación para identificar áreas de riesgo..
NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)	Este método incluye fórmulas específicas para calcular el riesgo asociado al levantamiento manual de cargas, considerando factores como la altura del levantamiento y el peso de la carga
OCRA (Occupational Repetitive Actions)	Este método está diseñado para evaluar el riesgo asociado a movimientos repetitivos en el trabajo, proporcionando una evaluación cuantitativa que ayuda a identificar tareas críticas que podrían causar trastornos musculoesqueléticos
Métodos Basados en Normas Internacionales	Existen varios métodos que siguen normas técnicas internacionales, como las normas UNE-EN e ISO, que proporcionan directrices sobre cómo realizar evaluaciones ergonómicas en diferentes contextos laborales.

Estos métodos permiten una identificación efectiva de los riesgos ergonómicos en laboratorios, facilitando la implementación de medidas correctivas adecuadas para mejorar la salud y seguridad laboral.

METODOLOGÍA

Los autores del presente estudio deciden utilizar, considerando su nivel de integración, a la denominada lista de comprobación ergonómica, la cual realiza un análisis de diez áreas diferentes en las que la ergonomía influye en las condiciones de trabajo. Para cada área existen de 10 a 20 puntos de comprobación. En su totalidad la lista está formada por 128 puntos. Cada punto de comprobación indica una acción. Para cada una de las acciones se dan opciones y algunas indicaciones adicionales. De esta manera, existe la posibilidad de seleccionar los puntos de comprobación que se apliquen a un lugar de trabajo concreto y utilizar las proposiciones de acción como una lista de comprobación adaptada.

La metodología de la LCE se basa en un enfoque sistemático y práctico para evaluar las condiciones laborales, la misma que se aplica teniendo en cuenta los siguientes pasos:

Definición del Área de Trabajo: Identificar el espacio específico que será evaluado, considerando sus características, productos, procesos y número de trabajadores.

Selección de Puntos de Comprobación: Aplique los puntos relevantes de la lista, que abarca 128 artículos distribuidos en 10 áreas clave, tales como:

1. Manipulación y almacenamiento de materiales: Evaluación de cómo se manejan y almacenan los materiales, considerando la ergonomía en el levantamiento y transporte.
2. Herramientas manuales: Análisis de las herramientas utilizadas por los trabajadores, asegurando que sean adecuadas para su uso y que minimicen el esfuerzo físico.
3. Seguridad de la maquinaria de producción: Inspección de las máquinas para garantizar que sean seguras y estén diseñadas para prevenir accidentes.
4. Mejora del diseño de puestos de trabajo: Evaluación del diseño físico del espacio donde trabajan los empleados, buscando optimizar la postura y el confort.
5. Iluminación: Análisis de las condiciones de iluminación en el lugar de trabajo, asegurando que sean adecuadas para las tareas realizadas.
6. Locales: Evaluación general del entorno laboral, incluyendo aspectos como el espacio disponible y su organización.

7. Riesgos ambientales: Identificación de factores ambientales que pueden afectar la salud y seguridad del trabajador, como ruido o vibraciones.
8. Servicios higiénicos y locales de descanso: Verificación de la disponibilidad y calidad de instalaciones para el bienestar del trabajador, como baños y áreas de descanso.
9. Equipos de protección individual: Evaluación del uso y adecuación de los equipos destinados a proteger a los trabajadores de riesgos específicos.
10. Organización del trabajo: Análisis de cómo se estructuran las tareas y horarios laborales, buscando optimizar la carga de trabajo y minimizar el estrés

Evaluación Inicial: Esta fase se centra en recopilar información y realizar un análisis preliminar de las condiciones de trabajo, donde se establece como “NO”, las que no requieren acción inmediata y como “SI” a las que necesitan tomar acciones de mejora así como identificar áreas que requieren atención inmediata.

Análisis de Resultados: Priorizar los ítems marcados como "SÍ" que necesiten mejoras significativas lo que ayuda a enfocar los esfuerzos en las áreas más críticas.

Finalmente, con los factores de riesgos identificados establecer las acciones de mejora para corregir los problemas ergonómicos detectados.

Patel y Johnson (2022), Rodriguez-Martinez y López-García, (2021), Takahashi y Yamamoto, (2021), coinciden en que la aplicación de la Lista de Comprobación Ergonómica es útil en los procesos de evolución de la gestión de los laboratorios químicos, justificándose para la presente investigación por las siguientes razones:

Validez Técnica

- Herramienta avalada internacionalmente por la OIT
- Metodología probada en entornos científicos
- Base técnica sólida y sistemática

Beneficios Específicos

- Mejora la seguridad en manipulación de sustancias químicas
- Optimiza la disposición de equipos y flujos de trabajo
- Previene lesiones musculoesqueléticas en tareas de precisión
- Reduce la fatiga visual en análisis detallados

Ventajas Prácticas

- Fácil implementación sin equipos especializados

- Permite evaluación integral del espacio de trabajo
- Genera resultados accionables y medibles
- Promueve la participación del personal

En la tabla 3, se muestra sintéticamente los elementos que lo incluyen y que ya han sido señalados por autores como Smith y Brown (2020) y por Chen, Fadel y Fadel (2023).

Para esta evaluación se utilizó como método la observación directa, ayudados de una cámara fotográfica para registrar los hallazgos y registrar en la lista de comprobación de riesgos ergonómicos, el tiempo de observación fue alrededor de 2 horas en total por dos días durante el horario normal de trabajo de los operadores.

Tabla 3

Lista de comprobación ergonómica OIT - Aplicación en laboratorios químicos

Áreas	Aspecto Evaluado	Utilidad en Laboratorio	Beneficios
Manipulación y Almacenamiento de Materiales	Vías de transporte	Evaluación de rutas para el movimiento de reactivos y materiales	Prevención de derrames Optimización del flujo de trabajo Reducción de riesgos de accidentes
	Almacenamiento	Organización de productos químicos y materiales	Compatibilidad de sustancias Fácil acceso a materiales Prevención de accidentes
Herramientas manuales	Diseño de herramientas	Evaluación de pipetas, pinzas, material de vidrio	Reducción de fatiga manual Mayor precisión en operaciones- Prevención de lesiones por movimientos repetitivos
	Mantenimiento	Control de equipos y calibración	Fiabilidad de resultados- Prolongación de vida útil Seguridad operativa

Seguridad de la maquinaria de producción	Seguridad estructural	Inspección y mantenimiento regular de las máquinas	Prevención de accidentes y fallos mecánicos Aumento de la eficiencia operativa
	Protecciones	Uso de resguardos y barreras en maquinaria	Reducción del riesgo de lesiones Mejora en la confianza del personal
	Capacitación del personal	Entrenamiento en el uso seguro de maquinaria	Conocimiento sobre riesgos y procedimientos seguros Fomento de una cultura de seguridad
Mejora del diseño del puesto	Altura de trabajo	Disposición de mesadas y campanas	Postura correcta Reducción de fatiga Mayor eficiencia
	Alcance	Ubicación de reactivos y equipos	Minimización de movimientos innecesarios Prevención de sobreesfuerzos
Iluminación	Luz natural y artificial	Control de condiciones lumínicas	Precisión en mediciones Reducción de fatiga visual Prevención de errores
	Contraste	Observación de reacciones y análisis	Mayor exactitud en lecturas Identificación de cambios químicos
Locales	Espacio físico	Distribución adecuada del área laboral y zonas de trabajo	Mejora del flujo de trabajo y acceso a equipos Aumento del bienestar del personal
	Condiciones ambientales	Control de ruido, temperatura y humedad	Confort y concentración para el personal

			Prevención de problemas de salud relacionados con el ambiente laboral
	Accesibilidad	Diseño que facilite el movimiento y acceso a recursos	Reducción del tiempo perdido en desplazamientos Inclusión para todos los trabajadores
Riesgos Ambientales	Ventilación	Control de emisiones y vapores	Calidad del aire Prevención de intoxicaciones Cumplimiento normativo
	Temperatura	Control ambiental	Confort térmico Estabilidad de reactivos Precisión en análisis
Servicios Higiénicos y local de descanso	Instalaciones de emergencia	Duchas y lavaojos	Respuesta rápida ante accidentes Cumplimiento de normas de seguridad
	Áreas de descanso	Zonas libres de contaminación	Recuperación física Separación de zonas de trabajo
Equipos de protección personal	Selección adecuada	Uso correcto según el tipo de tarea (guantes, gafas, mascarillas)	Protección contra lesiones y exposición a sustancias peligrosas Aumento de la seguridad laboral
	Mantenimiento y revisión	Inspección regular del estado de los equipos de protección	Garantía de eficacia en la protección Prevención de accidentes por equipos defectuosos

	Capacitación sobre uso	Formación sobre el uso adecuado y la importancia del equipo de protección personal (EPP)	Conciencia sobre riesgos laborales Fomento de prácticas seguras entre el personal
Organización del Trabajo	Procedimientos	Estandarización de métodos	Consistencia en resultados Reducción de errores Optimización de recursos
	Rotación de tareas	Distribución de carga laboral	Prevención de fatiga

En este tiempo se procedió a realizar la lista de verificación, donde se pudo encontrar que 94 ítems no necesitan acción alguna, mientras que 34 puntos requerían acciones y de las que requieren acciones, 5 requieren acciones prioritarias (Wilson y Corlett, N. (2023), Yorgancioglu y Erdogan, (2022)., Zhang y Liu, (2021).

RESULTADOS

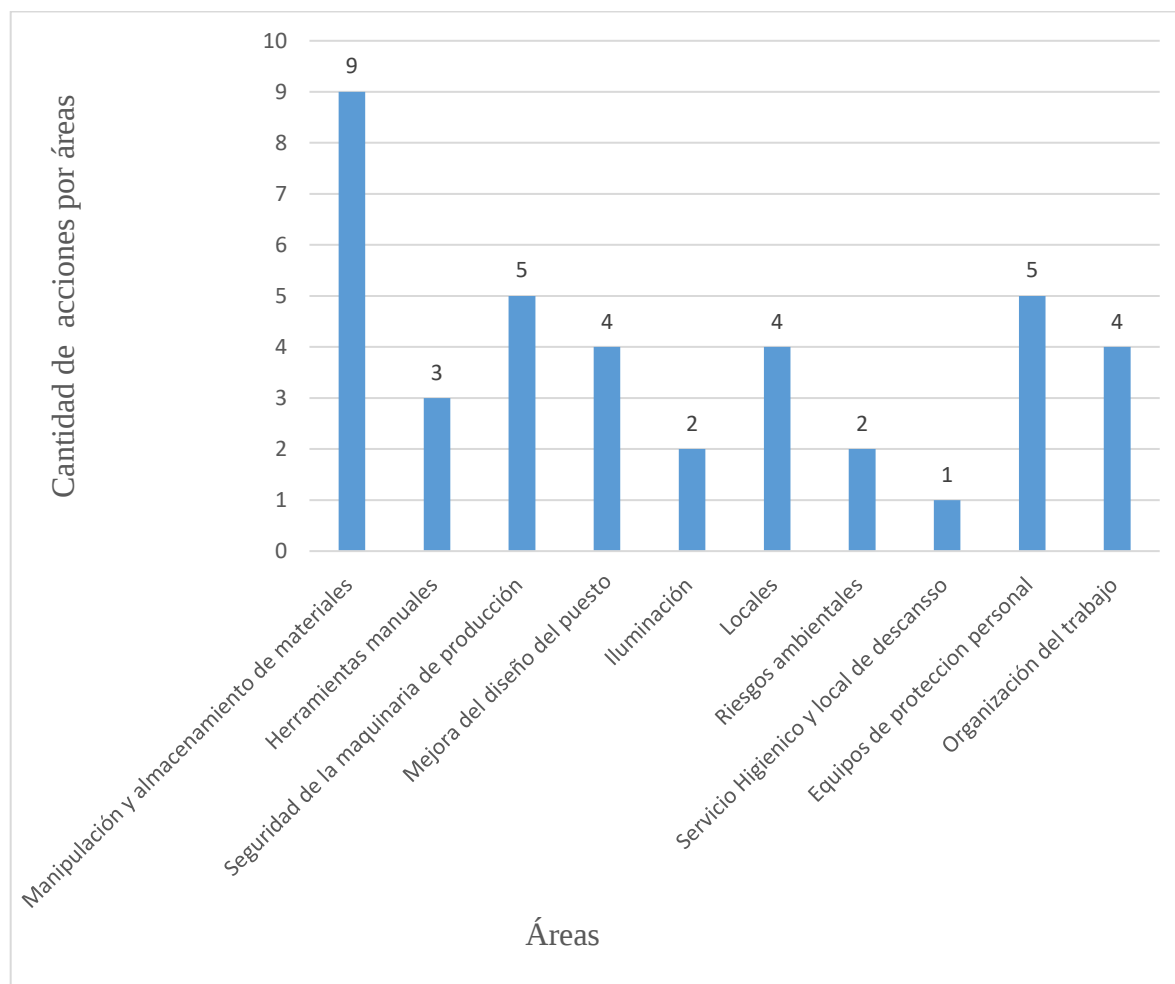
En la Figura 1 se presentan los resultados generales de la aplicación de la lista de comprobación ergonómica según la OIT.

Como se puede observar en la Figura1, el área que requiere de más acciones de mejora es el área de manipulación y almacenamiento de materiales con 9 ítems, seguido de las áreas de seguridad de la maquinaria de producción y los equipos de protección personal con 5 ítems, las áreas de mejoras del puesto de trabajo, locales y organización del trabajo con 4 ítems, con 3 ítems Herramientas manuales, seguido por la iluminación y locales con 2 ítems, y por último con 1 ítems el área correspondiente a Servicios higiénicos y local de descanso.

De los 128 ítems analizados en la aplicación de la LCE, 34 de ellos requieren acciones de mejora para garantizar adecuadas condiciones de trabajo y evitar las lesiones musculoesquelético, manipulación manual de carga, movimientos repetitivos y carga física.

Figura 1.

Resultados generales de las acciones de mejora por áreas.



En cuanto a Manipulación y Almacenamiento de Materiales: El 57.1% (12/21) de los ítems evaluados cumplen satisfactoriamente con los requerimientos. El 28.6% (6/21) requieren medidas de mejora preventiva. El 14.3% (3/21) necesitan atención prioritaria, especialmente en lo referente al uso de carros con ruedas para el traslado de cargas. No se identificaron situaciones que requieran acciones urgentes inmediatas.

Respecto a Herramientas Manuales: El 86.7% (13/15) de los ítems evaluados cumplen con los requerimientos ergonómicos establecidos. Solo el 13.3% (2/15) requieren acciones preventivas de solución inmediata. No se identificaron situaciones críticas que demanden acciones urgentes o prioritarias. El área presenta un alto nivel de conformidad con los estándares ergonómicos.

Sobre Seguridad de la maquinaria de producción: El 75% (15/20) de los ítems cumplen con las características ergonómicas requeridas. El 25% (5/20) requieren acciones de mejora, principalmente enfocadas en señalización. Se identifica como punto crítico la necesidad de mejorar la señalización de las duchas de emergencia.

En base a los resultados obtenidos a continuación se presentan acciones preventivas y de mejora adaptadas para un laboratorio de química en una institución universitaria, basadas en la lista de comprobación ergonómica de la OIT. Estas acciones están organizadas por áreas clave para optimizar la seguridad, ergonomía y eficiencia.

Manipulación y Almacenamiento de Materiales

- Optimización del Espacio: Reorganizar el laboratorio para minimizar el movimiento innecesario, asegurando que los materiales y equipos más utilizados estén al alcance inmediato.
- Uso de Carros Especializados: Implementar carros diseñados para el transporte seguro de productos químicos, facilitando su traslado y minimizando el riesgo de lesiones.
- Estantes Ajustables: Instalar estantes móviles cerca del área de trabajo para maximizar el uso del espacio vertical y permitir un acceso fácil a los materiales.
- División de Cargas: Fraccionar materiales pesados en paquetes más pequeños para facilitar su manipulación y reducir el esfuerzo físico requerido.
- Contenedores para Desechos: Proveer contenedores claramente etiquetados para desechos químicos, ubicándolos estratégicamente para un acceso rápido y seguro.

Herramientas Manuales

- Selección Ergonómica: Elegir herramientas manuales ligeras con mangos ergonómicos (30-40 mm de diámetro) que reduzcan la carga sobre las manos durante su uso prolongado.
- Capacitación en Uso Correcto: Proporcionar formación sobre técnicas adecuadas para el uso de herramientas manuales, incluyendo pausas regulares para evitar lesiones por esfuerzo repetitivo.

Seguridad en Maquinaria

- **Controles Accesibles:** Asegurar que los controles de las máquinas sean fácilmente accesibles desde la posición normal del operador, evitando inclinaciones o giros innecesarios.
- **Señalización Visual Clara:** Utilizar colores y símbolos fácilmente comprensibles en los controles y señales, garantizando que todos los trabajadores puedan identificarlos rápidamente.
- **Mantenimiento Preventivo:** Establecer un programa regular de mantenimiento que incluya inspecciones periódicas y limpieza de las máquinas, asegurando su correcto funcionamiento.

Diseño del Puesto de Trabajo

- **Ajuste Personalizado:** Adaptar la altura del banco de trabajo al nivel del codo del operador, utilizando mesas ajustables que se adapten a diferentes usuarios.
- **Ubicación Estratégica:** Colocar herramientas y materiales dentro del alcance cómodo (15-40 cm frente al cuerpo) para minimizar movimientos innecesarios.
- **Alternancia entre Posturas:** Fomentar la alternancia entre estar sentado y de pie mediante rotaciones planificadas, permitiendo a los trabajadores cambiar de posición durante las tareas.

Iluminación

- **Maximización de Luz Natural:** Aumentar el tamaño o número de ventanas para aprovechar mejor la luz natural, complementándola con iluminación artificial eficiente.
- **Mantenimiento Eficiente:** Implementar un programa regular para limpiar ventanas y luminarias, asegurando una iluminación adecuada en todo momento.

Locales

- **Control del Clima Interior:** Instalar sistemas efectivos de ventilación que regulen la temperatura y calidad del aire en el laboratorio, protegiendo a los trabajadores del calor excesivo o frío.

- **Aislamiento Térmico:** Asegurar que las fuentes extremas (calor o frío) estén alejadas del área laboral o debidamente aisladas.

Riesgos Ambientales

- **Gestión del Ruido:** Evaluar los niveles sonoros en el laboratorio y tomar medidas correctivas si el ruido interfiere con la comunicación o concentración.
- **Seguridad Eléctrica:** Garantizar que todas las conexiones eléctricas sean seguras y estén protegidas adecuadamente para prevenir riesgos eléctricos.

Servicios Higiénicos y Áreas de Descanso

- **Instalaciones Sanitarias Adecuadas:** Proveer instalaciones sanitarias limpias y accesibles, alejadas del área laboral para evitar contaminación.
- **Áreas Comunes Seguras:** Crear espacios designados para comer y descansar que estén libres de productos químicos peligrosos.

Equipos de Protección Personal (EPP)

- **Identificación Clara:** Señalizar claramente las áreas donde se requiere el uso de EPP, asegurando que todos los trabajadores estén informados sobre su uso correcto.
- **Formación Continua:** Proporcionar capacitación regular sobre el uso adecuado y mantenimiento del EPP, garantizando su eficacia en situaciones críticas.

Organización del Trabajo

- **Involucramiento Activo:** Fomentar la participación activa de los trabajadores en la planificación diaria mediante grupos de discusión sobre ergonomía y seguridad laboral.
- **Flexibilidad Horaria:** Evaluar opciones como horarios escalonados o turnos flexibles para mejorar la organización del tiempo laboral.

Estas acciones están diseñadas no solo para cumplir con las recomendaciones ergonómicas establecidas por la OIT, sino también para crear un entorno laboral más seguro, saludable y eficiente en el laboratorio de química. La implementación efectiva requiere un compromiso continuo por parte tanto del personal administrativo como académico.

CONCLUSIONES

La aplicación de la Lista de Comprobación Ergonómica de la OIT en el laboratorio químico de una institución universitaria ha permitido identificar el estado actual de las condiciones ergonómicas y de seguridad, llegando a las siguientes conclusiones:

El estudio revela que el laboratorio mantiene un nivel aceptable de cumplimiento ergonómico, con un promedio del 73 % de conformidad en las áreas evaluadas.

Las principales oportunidades de mejora se concentran en la manipulación y almacenamiento de materiales y señalización de seguridad.

Las acciones correctivas identificadas son mayormente de carácter preventivo y pueden implementarse sin inversiones significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, G. G., & Morales, K. L. (2010). La Ergonomía como estructura de innovación en la ingeniería de proyectos de organizaciones productivas. In XIV International Congress on Project Engineering.
- Aghilinejad, M., Kabir-Mokamelkhah, E., & Labbafinejad, Y. (2021). "Ergonomic Assessment of Laboratory Workstations and Musculoskeletal Disorders among Laboratory Workers". *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(2), 545-551.
- Bermúdez, L. T., & Martínez, A. F. (2019). "Manual de ergonomía y seguridad en laboratorios de investigación universitarios". *Revista Latinoamericana de Ergonomía*, 4(1), 23-38.
- Bornacelli Orozco, D. J., Escobar Velilla, R. J., & Velásquez Zuluaga, M. (2020). La ergonomía y su aplicación médica a la seguridad y salud en el trabajo.
- Brusique, R. G. (2017). A influência de fatores organizacionais na qualidade de vida no trabalho em atividades com interação humano-sistema.
- Chen, M., Fadel, G., & Mata, I. (2023). Applications of affordance and cognitive ergonomics in virtual design: A digital camera as an illustrative case. *Concurrent Engineering*, 30(1), 5-20.
- Henderson, R., & Thompson, D. (2021). "Implementation of Ergonomic Interventions in Clinical Laboratories: A Systematic Review". *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 68(2), 345-358.

- Karwowski, W., & Zhang, W. (2021). The discipline of human factors and ergonomics. Handbook of human factors and ergonomics, 1-37.
- Kumar, S., & Prasad, N. (2019). "Ergonomic Design Considerations for Laboratory Workstations: Guidelines for Academic and Industrial Settings". International Journal of Industrial Ergonomics, 72, 389-401.
- Lee, K.S. & Jung, M.C. (2021). Human factors engineering and ergonomics: A systems approach. CRC Press.
- Leyva Ricardo, S. (2024). Ergonomía [Material del curso de Maestría en Sistemas de Gestión de la Calidad]. Universidad UTE.
- Martínez Ruiz, M. (2024) Responsabilidad penal del Técnico en Prevención de Riesgos Laborales.
- Mikkelsen, P., & Olsen, K. (2023). "Digital Ergonomics in Modern Laboratories: Challenges and Solutions". Ergonomics in the Digital Age, 18(4), 412-425.
- Patel, R., & Johnson, M. (2022). "Musculoskeletal Disorders Among Laboratory Technicians: A Cross-sectional Study". Journal of Occupational Health, 64(1), 78-89.
- Rodriguez-Martinez, C., & López-García, J. R. (2021). "Ergonomic Risk Assessment in University Teaching Laboratories: A Mixed-Methods Approach". Safety and Health at Work, 12(3), 289-298.
- Salvendy, G., & Karwowski, W. (Eds.). (2021). Handbook of human factors and ergonomics. John Wiley & Sons.
- Sánchez, M. G. O. (2017). Fundamentos de ergonomía. Grupo editorial patria.
- Smith, A. B., & Brown, C. D. (2020). "The Role of Ergonomics in Laboratory Accreditation: Standards and Best Practices". Quality Assurance Journal, 23(2), 156-169.
- Takahashi, K., & Yamamoto, S. (2021). "Ergonomic Interventions in Japanese Industrial Laboratories: A 5-Year Follow-up Study". Journal of Occupational Safety and Health, 29(4), 367-380.
- Vicente, J. M. F., Álvarez-Sánchez, J. R., de la Paz López, F., & Adeli, H. (Eds.). (2022). Bio-inspired Systems and Applications: from Robotics to Ambient Intelligence: 9th International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation, IWINAC 2022, Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain, May 31–June 3, 2022, Proceedings, Part II (Vol. 13259). Springer Nature.
- Maestre, D. G. (2007). Ergonomía y psicología. FC Editorial.

- Wilson, J. R., & Corlett, N. (2023). "Laboratory Ergonomics: From Research to Practice - A Comprehensive Guide". *Applied Ergonomics Handbook*, 45(2), 234-248.
- Yorgancioglu, M., & Erdogan, T. (2022). "Ergonomic Risk Factors and Preventive Measures in University Research Laboratories". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4567-4582.
- Zhang, L., & Liu, X. (2021). "A Systematic Review of Ergonomic Interventions in Chemical Laboratories: Effectiveness and Implementation Strategies". *Journal of Chemical Health and Safety*, 28(1), 45-58.