

Vol. 3 Núm. 1 Enero-Junio 2024

# *Revista Multidisciplinaria de Ciencia Innovación y Desarrollo*

e-ISSN: 2954-4998



## Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz

### Rectoría

Sandra Angélica Hernández Herrera

### Abogado General

Ronald Castro Ortiz

### Dirección de Programas en Mantenimiento - Tecnología

Félix Bautista Meza

### Dirección de Programas Económico - Administrativos

Enrique Avendaño Rodríguez

### Dirección de Planeación

Israel Benítez Martínez

### Dirección de Vinculación

María del Pilar Aceituno Vázquez

### Dirección Administrativa

Honorato Pérez Antonio

### Editor en Jefe

Raúl Alejandro Limón Hernández

### Comité Editorial

Verónica López Hernández

Juan Manuel Pech Canché

Miriam Minerva Jiménez Lara

Luis Guillermo Carreto Hernández

Irving David Pérez Landa

Mónica Elizabeth Cardoza Hernández

Erika Lugo Ramírez

Jairo Palma Méndez

## Indexaciones



INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INTERNATIONAL CENTRE



La Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo es el órgano oficial de la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz, publicada de forma semestral. Reserva de derechos al uso exclusivo número 04-2024-070214172800-102, Volumen 3, Número 1, enero-julio 2024. e-ISSN: 2954-4998. El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de los autores. Todos los derechos reservados de acuerdo con la Convención Latinoamericana y la Convención Internacional de los Derechos de Autor. Ni la totalidad, ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse, almacenarse, utilizarse o transmitirse por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación, escaneo, digitalización, grabación en audio, distribución en internet, distribución en redes de información o almacenamiento y recopilación en sistemas de información., ni traducida a otros idiomas sin el consentimiento por escrito de sus editores. © D.R. 2024. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz.



## Contenido

Mensaje Editorial	iii
Tratamiento de agua residual de la industria textil por bioadsorción de carbón activado proveniente de la cáscara de coco	1
Diseño de experimentos aplicado a la extracción de pectina a partir de cáscara de plátano ( <i>Musa x paradisiaca</i> ) de la región norte de Veracruz	8
Desarrollo de dispositivo IoT con monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico en establecimientos de Tecolutla y Gutiérrez Zamora	13
Análisis de la NOM-035-STPS-2018 en nuestro derecho laboral	21



## **Mensaje editorial**

En la Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo tenemos la visión de ser un medio de difusión de la ciencia a través de artículos de investigación y revisión con el propósito central de dar a conocer aportes en las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales, ciencias de la salud y tecnología. Para garantizar rigor científico y originalidad, nuestros artículos son revisados por expertos internos y externos en el campo de la investigación presentada.

Nuestra audiencia incluye investigadores, académicos, profesionales, estudiantes y cualquier persona interesada en los últimos avances en ciencia y tecnología. La revista ofrece acceso abierto a todos los artículos, lo que significa que cualquier persona puede verlos y descargarlos de forma gratuita.

En nuestra misión de difundir conocimientos científicos rigurosos y de alta calidad, hemos trabajado para asegurarnos que los artículos seleccionados en este número sean de la más alta calidad y representen la investigación más actualizada y novedosa.

Atentamente,

Raúl Alejandro Limón Hernández  
Editor en Jefe



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Tratamiento de agua residual de la industria textil por bioadsorción de carbón activado proveniente de la cáscara de coco

Sesi de Monserrat Hidalgo-Castañeda<sup>1</sup>, Raúl Alejandro Limón-Hernández<sup>1\*</sup>,  
Verónica López-Hernández<sup>1</sup>, Oscar Enrique Morales-Moguel<sup>1</sup>, José Luis  
Xochihua-Juan<sup>1</sup>, Iriana Hernández-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ingeniería en Procesos Químicos. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

Recepción 31 de mayo de 2024. Aceptación 20 de junio de 2024

### Resumen

#### PALABRAS CLAVE

Agua residual, carbón  
activado, bioadsorción,  
activación.

En industrias textiles durante el proceso de teñido de telas se genera una gran cantidad de agua residual coloreada cuyas características fisicoquímicas provocan un impacto ambiental negativo al verterlas sin tratamiento previo a cuerpos de agua. El uso del carbón activado como parte del tratamiento es una alternativa viable, ya que, ayuda a remover las partículas de los colorantes textiles mediante su proceso de adsorción. Debido a esto, en el presente proyecto se estableció como objetivo la evaluación del carbón activado a partir de la cáscara de coco, ya que en zonas costeras de Veracruz abundan los residuos de este fruto, carecen de valor económico y pueden llegar a ser una problemática por su incorrecta disposición final. Para el proyecto, se realizó la recolección de materia prima y posteriormente su caracterización fisicoquímica; se carbonizó el material y una parte se activó por medio físico, se realizaron pruebas experimentales con carbón activado y sin activar a diferentes concentraciones de colorante textil. De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que, el carbón activado físicamente tiene una mayor capacidad de absorción a comparación del carbón sin activar, obteniendo hasta un 98% de remoción, concluyendo así que se trata de un producto con suma utilidad para el tratamiento de aguas, creando beneficios económicos y disminuyendo el impacto ambiental en aguas y suelos.

**KEYWORDS**

Wastewater, activated carbon, bio adsorption, activation.

**Abstract**

In textile industries, during the fabric dyeing process, colored wastewater is generated, its physicochemical characteristics cause a negative environmental impact by discharging them into bodies of water without a treatment. The use of activated carbon as part of the treatment is a viable alternative since it helps remove the particles of textile dyes through its adsorption process. Due to this, in the present project, the objective was established to evaluate activated carbon from coconut shells, since in coastal areas of Veracruz there is an abundance of waste from this fruit, they have no economic value and can become a problem due to its incorrect final disposal. For the project, raw material was collected and subsequently its physicochemical characterization was carried out; The material was carbonized, and a part was activated by physical means. Experimental tests were carried out with activated and inactivated carbon at different concentrations of textile dye. According to the results obtained, it was observed that physically activated carbon has a greater absorption capacity compared to inactivated carbon, obtaining up to 98% removal, thus concluding that it is a very useful product for the treatment of waters, creating economic benefits and reducing the environmental impact on waters and soils.

**Introducción**

A través del tiempo el ser humano ha aplicado la ciencia y la tecnología para satisfacer sus necesidades y en consecuencia propicia efectos perjudiciales que involucran la pérdida de ecosistemas naturales, contaminación ambiental, etcétera (Limón, 2024; Trujillo *et al.*, 2021; Peñafiel *et al.*, 2020; Carrasco *et al.*, 2012). El término de contaminación se le atribuye a toda modificación indeseable en las propiedades físicas, químicas y/o biológicas de los recursos naturales (aire, agua y suelo) (Trujillo *et al.*, 2021; Garzón-Gutiérrez, 2022).

La contaminación del agua es generada a partir de diversas actividades antropogénicas (Pimienta-Serrano y Pacheco-Bustos, 2022), destacando la doméstica, industrial (Rajasulochana y Preethy, 2016) y agroindustrial (Genanaw *et al.*, 2021; Aguilar *et al.*, 2022). Las formas de contaminación contemplan descargas, dispersiones y emisiones de sustancias (orgánicas e inorgánicas) (Rajasulochana y Preethy, 2016).

Lo anterior, es debido a la gestión ineficiente y disposición final inadecuado de los residuos generados (Aguilar *et al.*, 2022), mismo que intensifica la problemática ambiental y produce efectos nocivos a los seres vivos (flora y fauna) y salud humana (Rajasulochana y Preethy, 2016; Anzules y Castro, 2022).

El agua comúnmente es utilizada como materia prima y/o servicio auxiliar (líquida o vapor) en distintos procesos industriales. Cuando el agua no se integra en el producto final, actúa como un agente disolvente que puede arrastrar diversos compuestos químicos, lo cual altera su composición fisicoquímica y puede adquirir cierta toxicidad que lo transforma en un agua residual (Limón, 2018; Trujillo *et al.*, 2021; Calle *et al.*, 2021).

Las problemáticas ambientales de una gestión ineficiente del agua residual involucran la contaminación de aguas superficiales originada por descargas directas y la

contaminación de mantos freáticos por el escurrimiento e infiltración de contaminantes vertidos en el suelo (Ibana *et al.*, 2021).

La industria textil requiere grandes volúmenes de agua para sus procesos. Como dato interesante, se ha reportado que por cada kilogramo de productos textiles se utiliza alrededor de 100 a 200 litros aproximadamente (Buscio *et al.* 2015; Tabales *et al.*, 2021; Ludmer *et al.*, 2023; Muriel-Páez y Pullas, 2022). Las aguas residuales de la industria textil contienen diversas sustancias químicas: colorantes, surfactantes, sales inorgánicas empleados en su línea de producción (Buscio *et al.* 2015; Soltani y Safari, 2016; Yurtsever *et al.*, 2016).

Una de las estrategias aplicadas para la eliminación de agentes contaminantes en aguas residuales (industriales y municipales) es el carbón activado (CA) basado en el proceso de adsorción física (Rincón *et al.*, 2015; Carrasquero *et al.*, 2022). Este tipo de material se ha utilizado desde la adsorción de CO<sub>2</sub>, captación de metano (Mejía, 2018) y eliminación de colorantes de las aguas residuales (Rincón *et al.*, 2015; Carrasquero *et al.*, 2022; Bretón-Jiménez *et al.*, 2020). El carbón activado (CA) es un material adsorbente obtenido del proceso de carbonización de materias de origen vegetal (biomasa lignocelulósica) o mineral (Solís-Fuentes *et al.*, 2012). El término activado es utilizado para destacar que el material carbonizado ha recibido una preparación específica para promover un incremento su grado de porosidad y área superficial, cuya finalidad es mejorar su capacidad de adsorción (Zambrano-Campitelli y Pérez-Hernández, 2023; Solís-Fuentes *et al.*, 2012; Arévalo y Reátegui, 2020).

Los métodos de preparación y/o activación de carbón activado (CA) pueden ser físicos (Rincón *et al.*, 2015; Mejía, 2018) o químicos (Carrasquero *et al.*, 2022, Castellar-Ortega *et al.*, 2019; Zambrano-Campitelli y Pérez-Hernández, 2023). El método de activación química presenta la desventaja de generar residuos de los precursores o activantes (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KOH, NaOH) provenientes del proceso de lavado del material

carbonizado. La activación física ofrece una alternativa con menor impacto ambiental al evitar el uso de sustancias químicas e incluso resulta ser más económica (García-Guel *et al.*, 2019; Murrieta-Barrera, 2019; Benabithé *et al.*, 2005).

Por otra parte, la producción de adsorbentes como el CA es posible a partir del aprovechamiento de residuos agrícolas (Arévalo y Reátegui, 2020) u orgánicos que serían la materia prima o precursores, por ejemplo, la cáscara de coco (Zambrano-Campitelli y Pérez-Hernández, 2023; Arévalo y Reátegui, 2020).

El cultivo y la producción de coco es muy abundante, principalmente en países tropicales (Zambrano-Campitelli y Pérez-Hernández, 2023). En 2020, la producción de coco en México fue de aproximadamente 234,976 toneladas, lo que equivale a un área de cultivo de 17,483 hectáreas y un rendimiento promedio nacional de 13.4 toneladas por hectárea (Axayacatl, 2023).

En este sentido, se han reportado diversos estudios en el que se ha propuesto el uso de residuos orgánicos para la elaboración de CA e incluso la aplicación del mismo. Burgos y Jaramillo (2015) utilizaron residuos de las cáscaras de cacao y coco provenientes de la provincia del Guayas para realizar carbón activado a diferentes temperaturas y tiempos con la finalidad de analizar el efecto en la calidad de adsorción. Por otro parte, Silupú, *et al.* (2017) caracterizaron y evaluaron carbones activados comerciales con estructuras microporosas y mesoporosas, los cuales se utilizaron en filtros para la descontaminación de metales pesados y microorganismos coliformes presentes en agua de río.

Los resultados indicaron un porcentaje de adsorción cercano al 100%. Finalmente, Zambrano y Pérez (2022), elaboraron carbón activado a partir de endocarpio de coco utilizando para la activación hidróxido de potasio, además, llevaron a cabo estudios de cinética de adsorción con soluciones de anaranjado de metilo a diferentes concentraciones. En resumen, emplear fibra de cáscara de coco como precursor de carbón activado resulta viable debido a su disponibilidad, bajo costo de procesamiento, brindar valor comercial a un residuo orgánico y proponer con una alternativa en la remoción de contaminantes.

## Material y métodos

El presente trabajo se desarrolló en 5 etapas que se describen a continuación.

### Recolección y caracterización del precursor

Se obtuvo la materia prima de diversos negocios dedicados a la venta de coco en la ciudad de Gutiérrez Zamora, Ver; los cuales fueron analizados visualmente para descartar aquellos que no se consideraron aptos, realizando la caracterización de la cáscara de coco.

Para la determinación de humedad, primero se cortó el residuo previamente seleccionado en cubos pequeños de aproximadamente entre 2-3 cm<sup>2</sup>.

A continuación, se pesó en charolas de aluminio, anotando el peso inicial y posteriormente se introdujo en la estufa de secado (ECOSHEL, Modelo 9023-A) por 2 horas a una temperatura de 105 °C ± 5 °C; finalmente, se anotó el peso de la materia prima ya libre de humedad y se realizaron los cálculos correspondientes aplicando la ecuación 1.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(m_0 - m_{ss})}{m_0} \times 100\%$$

Ecuación 1. Fórmula para determinar porcentaje de humedad

Se determinó el porcentaje de cenizas, utilizando crisoles a peso constante, se agregaron 3 g de cáscara de coco, previamente libre de humedad y a continuación, se ingresó el crisol con la muestra en la mufla (ARSA AR-340) por un tiempo de 2 horas a una temperatura de 500 °C. Al finalizar se pesó el crisol y se registró el peso final para realizar los cálculos (ecuación 2).

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{g de residuo fijo}}{\text{muestra}} \times 100\%$$

Ecuación 2. Fórmula para determinar porcentaje de cenizas

A partir del resultado del porcentaje de cenizas, se determina el porcentaje de sólidos volátiles utilizando la ecuación 3.

$$\% \text{ SV} = 100\% - \% \text{ cenizas}$$

Ecuación 3. Fórmula para determinar sólidos volátiles

Finalmente, para determinar la densidad se colocó la muestra en una probeta limpia y tarada y a continuación se pesó para determinar la masa y medir el volumen, a partir de esto, los cálculos se realizaron aplicando la ecuación 4.

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{peso de muestra (g)}}{\text{volumen de muestra (ml)}} \times 100$$

Ecuación 4. Fórmula para determinar densidad

### Obtención del carbón

El material libre de humedad se sometió a un proceso de carbonización, colocándolo en la mufla (ARSA AR-340) a una temperatura de 300°C por 2 horas, obteniéndose así la estructura porosa; después, se enjuagó el carbón en agua destilada para eliminar cualquier residuo y se secó por una hora a 105°C en el horno de secado (ECOSHEL, Modelo 9023-A).

### Activación del carbón

Una vez obtenido el carbón se llevó a cabo la activación física de este, sometiéndolo a una temperatura de 900°C por una hora en una mufla (ARSA AR-340), con la finalidad de que el poro del carbón sea más amplio, al finalizar, se enjuagó el carbón ya activado en agua destilada y se secó a 105°C por una hora en el horno de secado (ECOSHEL, Modelo 9023-A).

### Diseño experimental

Se preparó una muestra sintética de agua residual con 3300 ppm de colorante azul comercial simulando la concentración del agua residual del teñido. Se empleó un diseño factorial completo 2<sup>2</sup> (Tabla 1) considerando el tipo de carbón (activado y sin activar) y la concentración del carbón en el agua residual (4% y 6%).

Tabla 1. Tratamientos obtenidos del diseño experimental

Tratamiento	Carbón	Concentración de carbón
T1	Sin activar	4%
T2	Activado	4%
T3	Sin activar	6%
T4	Activado	6%

### Pruebas experimentales

Se utilizó 100 mL de agua sintética y se homogenizó con carbón de acuerdo con lo establecido en el diseño experimental, se tomaron muestras cada 20 minutos por una hora, para determinar la calidad de remoción del carbón en el agua teñida, realizando el procedimiento por duplicado. Para obtener la remoción de colorante se utilizó una curva de calibración obtenida de un espectrofotómetro UV-vis (VELAB, Modelo VE- 5100 UV) a 607 nm (ecuación 5).

$$\% \text{ Remoción} = \frac{A_1 - A_f}{A_1} \times 100\%$$

Ecuación 5. Fórmula para determinar porcentaje de remoción

Finalmente, con los resultados recabados se obtuvieron los isoterms de absorción para validar el carbón activado según la metodología de López *et al.*, (2019).

### Resultados

En la figura 1 se aprecia una vista a 20X de un gránulo de carbón activado obtenido, de manera visual se observa la porosidad en la superficie y el color característico del carbón. En relación con su caracterización se obtuvo una humedad de  $85.22 \pm 5.22\%$ , cenizas de  $12.93 \pm 1.85\%$  y sólidos volátiles de  $87.07 \pm 1.85\%$  lo cual concuerda con estudios realizados por Burgos y Jaramillo (2015) quienes reportaron humedad de 68.54% y cenizas de 13%.



Figura 1. Vista por microscopio de carbón activado 20x

En los experimentos de adsorción de colorante presentes utilizando carbón activado y sin activar, se analizó el comportamiento de la capacidad de adsorción en función del tiempo. Los resultados de concentración de equilibrio se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados experimentales de los tratamientos

Tratamiento	Porcentaje de remoción %	Concentración en equilibrio ppm
T1	$76.93 \pm 2.12^a$	$761.18 \pm 74.51$
T2	$90.39 \pm 5.27^{bc}$	$316.89 \pm 11.39$
T3	$81.15 \pm 0.20^{ac}$	$621.96 \pm 6.85$
T4	$98.44 \pm 1.89^{bc}$	$51.27 \pm 12.63$

\*Letras diferentes representan una diferencia estadística significativa.

Puede observarse una reducción apreciable del contenido de concentración de colorante y aumento de porcentajes de remoción con respecto a la concentración inicial de la solución. Además, con el carbón activado las concentraciones finales se mostraron prácticamente constantes a partir de los 20 minutos de tiempo siendo el tratamiento 4 el que mejores resultados presentó.

El análisis de media a través de la prueba de Tukey indicó que el tratamiento 4 con el tratamiento 2 son iguales, sin embargo, el tratamiento 4 con el 1 no comparten similitud, en cambio el tratamiento 3 es igual al tratamiento 1 y 2.

Con relación a las pruebas de remoción del carbón con y sin activar en los tratamientos utilizando 4% (Figura 2), se obtuvo un porcentaje de remoción del 90.39% en una hora de adsorción de carbón activado, a diferencia del carbón sin activar que solo logró 76.93%. El tiempo significativo se encontró a los 20 minutos, en tiempos superiores, aunque la remoción aumentó ligeramente no fueron cambios significativos, lo cual en caso de aplicación en filtros marcaría el tiempo de retención hidráulica a los 20 minutos.

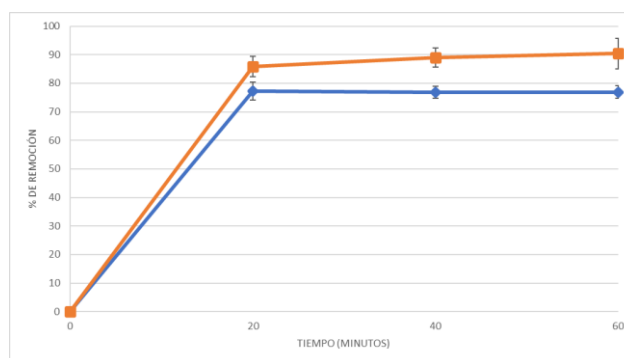


Figura 2. Gráfico de remoción de colorante frente al tiempo de contacto con carbón activado al 4%

En cuanto al porcentaje de remoción a una concentración de carbón de 6% (Figura 3), se puede observar que se muestra un porcentaje de remoción del 81.15% después de una hora con el carbón sin activar; en cambio, se determinó que con el carbón activado a la misma concentración y en el mismo tiempo se logró un porcentaje de remoción del 98.44%. En relación con el tiempo significativo, se encontró que a los 20 minutos no hay



cambio en relación con el uso de concentración de 4% de carbón activado.

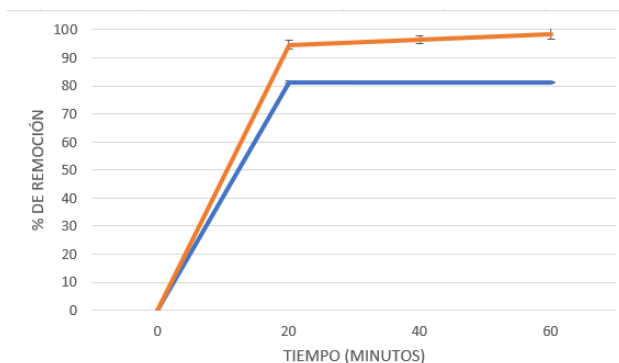


Figura 3. Gráfico de remoción de colorante frente al tiempo de contacto con carbón activado al 6%

Para el ANOVA de porcentaje de remoción con respecto al tipo de tratamiento se obtuvo un P-Value de 0.007, determinando así una hipótesis alternativa lo que nos dice que no todos los tratamientos son iguales por lo que al menos un tratamiento es diferente.

Con base a los resultados se encontró que la variable de tipo de carbón tuvo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) dando mejores resultados el carbón activado. Mientras que, la concentración utilizada de carbón en las muestras de agua no mostró variaciones significativas ( $p > 0.05$ ) lo cual indica que es mejor utilizar 4% para economizar el proceso.

Las isotermas de adsorción son muy importantes para diseñar procesos, proporciona la información sobre la capacidad de adsorción del adsorbente a las condiciones estudiadas. De los resultados obtenidos y realizando los cálculos correspondientes al isoterma de Langmuir (Figura 4) se encontró un ajuste del 97.54% y una capacidad máxima de adsorción correspondiente a  $13.3511 \text{ mgg}^{-1}$ . Este resultado indica que, por cada gramo de carbón activado, se pueden remover 13.3511 mg de colorante, por lo que se puede tomar como base para cálculo de la cantidad de empaque en el caso de diseñar filtros o columnas de adsorción.

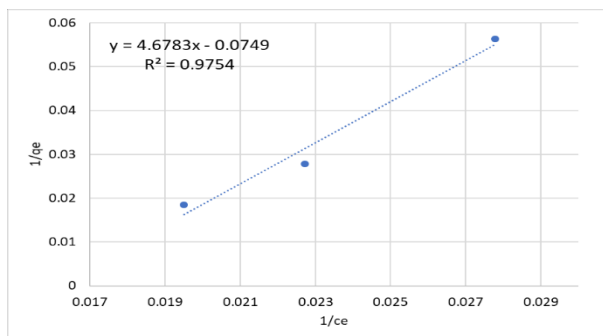


Figura4. Gráfico de isotermas de adsorción por Langmuir

Aunque hay muchos modelos de isotermas de adsorción, las ecuaciones de Langmuir y Freundlich son de las más frecuentemente utilizadas en la literatura. Estas expresan una relación no lineal entre el colorante adsorbido en el adsorbente y el colorante en la solución. Estos modelos de dos parámetros son simples y dan una buena descripción del comportamiento experimental en una amplia gama de condiciones operativas.

## Conclusiones

Con los resultados experimentales del presente trabajo se logró evaluar la capacidad de adsorción y el porcentaje de remoción de colorantes textiles del carbón activado por medio de la temperatura utilizando como precursor residuos de coco. De acuerdo con las pruebas, el carbón activado físicamente muestra mayores remociones de colorante que el carbón que no se encuentra activado, logrando una remoción máxima experimental de  $98.44 \pm 1.898\%$ , haciéndolo un producto ideal para su uso como filtro en el tratamiento de aguas residuales de la industria textil, siendo un producto sostenible para con el agua y el suelo. También se concluyó que se trata de un producto rentable, pues está elaborado con un deshecho orgánico, por lo que esta materia prima se vuelve de fácil acceso y con bajos costos. En los experimentos de adsorción se obtuvo que el carbón activado muestra remociones mayores al carbón sin activar con una capacidad de adsorción máxima de  $13.3511 \text{ mg/g}$  de carbón. Cabe mencionar que en experiencias previas no se obtuvieron remociones en concentraciones menores al 2% por lo que se abre una oportunidad de realizar un análisis de optimización a futuro para encontrar la dosificación necesaria para remover el colorante. De igual forma se podría analizar la influencia del pH en el proceso de adsorción ya que al trabajar con agua sintética, el pH se mantuvo con valores ligeramente ácidos pero cercanos al neutro, por lo que se debe evaluar la influencia del pH principalmente para agua residual real cuyos pH en procesos de teñido son generalmente básicos por la presencia de soluciones básicas utilizadas como fijadores de color.

## Contribución de los autores

SMHC, diseño del trabajo, análisis estadístico y redacción.

RALH, diseño del trabajo, análisis estadístico y redacción.

IHM, diseño y recolección de datos.

JLXJ, recolección de datos y redacción.

FJCD, recolección de materia prima y redacción.

EECA, recolección de materia prima y redacción.

## Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Presentaciones previas

Ninguna.

## Referencias

- Aguilar, S., Estrella, M. E. y Cabadiana, H. U. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. AXIOMA, (27), 5-11.
- Anzules, Í. D. C. P. y Castro, D. W. M. (2022). Contaminación ambiental. Recimundo, 6(2), 93-103.

- Arévalo, F. H. y Reátegui, K. (2020). Calidad y rendimiento del carbón activado de la cáscara del fruto de calabaza (*Cucurbita ficifolia*) obtenido por método químico. *Revista Forestal del Perú*, 35(1), 21-30.
- Benabithé, Z. Z., Rodríguez, D. A. R., Castiblanco, E. A., Janna, F. C., Giraldo, C. A. L. y Schile, J. D. P. (2005). Producción de carbón activado a partir de carbón subbituminoso en reactores de lecho fluidizado por proceso autotérmico. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 72(147), 46-56.
- Bourgeois, M. J. y Barragán, H. L. (2010). Contaminación de cursos de agua dulce. Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales: la crisis de la sustentabilidad. 1ra ed. HL Barragán (ed.). La Plata, Universidad Nacional de La Plata, 199-216.
- Bretón-Jiménez, E., Melgar-Urbina, E. J., Hernández-Rivera, M. Á., Loredó-Cancino, M. y Dávila-Guzmán, N. E. (2020). Remoción del colorante AV7 presente en solución acuosa mediante carbón activado. *Ingenierías*, 23(89), 6-13.
- Buscio V., Marín M.J., Crespi M. y Gutiérrez-Bouzán C. (2015). Reuse of textile wastewater after homogenization-decantation treatment coupled to PVDF ultrafiltration membranes. *Chem. Eng. J.* 265, 122-128. DOI: 10.1016/j.cej.2014.12.057
- Burgos Campuzano, G. E., & Jaramillo Quiroz, J. L. (2015). Aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, en el cantón Milagro, provincia del Guayas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Ciencias Químicas).
- Carrasco, A. E., Sánchez, N. E. y Tamagno, L. E. (2012). Modelo agrícola e impacto socioambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios. Series: Serie Monográfica Sociedad y Ambiente: Reflexiones para una nueva Latinoamérica; Monografía N° 1.
- Calle, O. E. B., Rivera, M. A. O. y Lalvay, X. A. L. (2021). La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), 153-166.
- Carrasquero, S., Montiel, A. R. D. y Andrade, G. D. J. C. (2022). Capacidad adsorptiva del carbón activado obtenido del epicarpio de citrus sinensis en la remoción de indigotina.
- Castellar-Ortega, G., Mendoza C, E., Angulo M, E., Paula P, Z., Rosso B, M. y Jaramillo C, J. (2019). Equilibrium, kinetic and thermodynamic of direct blue 86 dye adsorption on activated carbon obtained from manioc husk. *Revista MVZ Córdoba*, 24(2), 7231-7238.
- Fajardo Sanchez, S. A. (2022). Carbón activado a partir de la cáscara de coco para la remoción de cobre en relave minero metalúrgico, Callao, 2022.
- Filippín, A. J., Luna, N. S., Pozzi, M. T., & Pérez, J. D. (2017). Obtención y caracterización de carbón activado a partir de residuos olivícolas y oleícolas por activación física. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 8(3), 59-71.
- García-Guel, Y. Y., Múzquiz-Ramos, E. M. y Ríos-Hurtado, J. C. (2019). Telas de carbón activado: generalidades y aplicaciones. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 22(1), 1-16.
- Garzón-Gutiérrez, S. A. (2022). Derecho a vivir libres de la contaminación ambiental como herramienta de preservación de la vida humana: un imperativo de supervivencia. *Saberes Jurídicos*, 2(1), 2-8.
- Pimienta-Serrano, E. V. y Pacheco-Bustos, C. (2022). Perspectivas sobre el impacto ambiental de las actividades antropogénicas y la generación de residuos sólidos en playas del Caribe colombiano. *Ingeniería y competitividad*, 24(2).
- Genanaw W, Kanno GG, Derese D, Aregu MB. Effect of Wastewater Discharge From Coffee Processing Plant on River Water Quality, Sidama Region, South Ethiopia. *Environmental Health Insights*. 2021;15. doi:10.1177/11786302211061047
- Ibana-Lopez, Karla, Sihuy-Perales, Mayra, Garate-Quispe, Jorge, Araújo-Flores, Julio, Herrera-Machaca, Marx, Alarcón Aguirre, Gabriel, & Rodriguez-Achata, Liset. (2021). Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(6), e20365.
- Limón, R. A. (2018). Electrocoagulación como tratamiento de aguas de descarga al río Tecolutla en la zona de Gutiérrez Zamora, Veracruz. *Universidad Veracruzana*.
- Limón, R. A. (2024). Tratamiento de agua residual por electrocoagulación en un beneficio de café localizado en Huatusco, Veracruz. *Centro Universitario Bondpland y Humboldt*.
- López-Hernández, V., Morales-Moguel, O. E., Sosa-Fomperosa, A., Limón- Hernández, R. A., & Hernández-Martínez, I. (2019). Validación de la remoción de azo compuestos con carbón activado de exoesqueleto de camarón. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 241-250.
- Ludmer, G., Schuffer, N., Schteingart, D., Isaak, P., & Ibarra, I. (2023). Historia comparada de la industria textil-indumentaria argentina con el mundo.
- Mejía, M. V. V. (2018). Potencial de residuos agroindustriales para la síntesis de Carbón Activado: una revisión. *Scientia et Technica*, 23(3), 411-419.
- Murrieta-Barrera, L. S. (2019). Evaluación de la capacidad de adsorción de carbón activado mediante cáscara de naranja (*Citrus Cinensis*) para la remoción de iones de arsénico en aguas residuales industriales.
- Muriel-Páez, M. y Pullas, M. (2022). El cáñamo, una fibra textil sostenible. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 12155-12182.
- Peñafiel, A. P. P., Palafox Muñoz, A., Marín Marín, A. I., Oliveira, A. L. C. D., Santos, A. H., Ensabella, B. y Lopez Javier, S. (2020). *Boletín Geocrítica Latinoamericana* (no. 5 oct 2020).
- Rajasulochana, P. & V, Preethy. (2016). Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water - A comprehensive review. *Resource-Efficient Technologies*. 2. 10.1016/j.refffit.2016.09.004.
- Rakhmania, Kamyab, H., Yuzir, M. A., Abdullah, N., Quan, L. M., Riyadi, F. A., & Marzouki, R. (2022). Recent Applications of the Electrocoagulation Process on Agro-Based Industrial Wastewater: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/SU14041985>.
- Rincón, J., Rincón, S., Guevara, P., Ballén, D., Morales, J. C. y Monroy, N. (2015). Producción de carbón activado mediante métodos físicos a partir de carbón de El Cerrejón y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales provenientes de tintorerías. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 171-175.
- Silupú, C. R., Solís, R. L., Cruz, G. J., Gómez, M. M., Solís, J. L., & Keiski, R. L. (2017). Caracterización de filtros comerciales para agua a base de carbón activado para el tratamiento de agua del río Tumbes-Perú. *Revista Colombiana de Química*, 46(3), 37-45.
- Solís-Fuentes, J. A., Morales-Téllez, M., Ayala-Tirado, R. C. y del Carmen Durán-de-Bazúa, M. (2012). Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 27(1), 36-48.
- Soltani, R. D. C., & Safari, M. (2016). Periodate-assisted pulsed sonocatalysis of real textile wastewater in the presence of MgO nanoparticles: Response surface methodological optimization. *Ultrasonics Sonochemistry*, 32, 181-190.
- Tabales, J. M. N., del Amor Collado, E. y Carmona, F. J. R. (2021). Economía circular en la industria de la moda: pilares básicos del modelo. *Revista de ciencias sociales*, 27(4), 162-176.
- Trujillo, S. A., Cortés, C. P., Vinasco, M. C., Ortega, J. D., & Cruz, C. A. (2021). Evaluación de la calidad del agua en la fuente abastecedora de Pitalito - Huila: Río Guachicos y sus afluentes principales, utilizando los índices de contaminación e índice de calidad de agua. *Gestión y*

---

Ambiente, 23(2).

Yurtsever, A., Çınar, Ö., & Sahinkaya, E. (2016). Treatment of textile wastewater using sequential sulfate-reducing anaerobic and sulfide-oxidizing aerobic membrane bioreactors. *Journal of Membrane Science*, 511, 228-237.

Zambrano Campitelli, M. E., & Pérez Hernández, M. M. (2023). Elaboración de carbón activado a partir de endocarpio de coco para la remoción de anaranjado de metilo en fase acuosa. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 39.



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Diseño de experimentos aplicado a la extracción de pectina a partir de cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*) de la región norte de Veracruz

Nayelly Simbron-Olmedo<sup>1</sup>, Briceydi Ramirez-Celis<sup>1</sup>, Lesly Magdalena Pérez-Tejada<sup>1</sup>, Ximena Villarreal-Ramírez<sup>1</sup>, Monserrat Escamilla-García<sup>2</sup>, Iriana Hernández-Martínez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ingeniería en Procesos Químicos. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Facultad de Química, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro 76010, México.

Recepción 05 de junio de 2024. Aceptación 25 de junio de 2024.

### Resumen

#### PALABRAS CLAVE

Cáscara de plátano, pectina, hidrólisis ácida.

El creciente aumento mundial en la producción de plátano presenta consecuentemente un aumento de los residuos agroindustriales, siendo los principales el tallo de la planta y las cáscaras de los frutos. Ambas partes de la planta reportan valores considerables de pectina como componente principal de su pared celular. Para esta investigación se recolectó cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*) de la región norte del estado de Veracruz. Esta fue sometida a un proceso de inactivación de enzimas para su posterior extracción de pectina utilizando un diseño factorial completo 2<sup>2</sup>, donde se utilizaron como variables el pH (1.5, 2) y la temperatura (60 y 70 °C); y como variable respuesta el rendimiento de la extracción con hidrólisis ácida. El análisis de datos se realizó utilizando un análisis de varianza y la comparación de medias se hizo a través de una prueba de Tukey-Kramer utilizando un valor  $p \leq 0.05$ . El objetivo de esta investigación fue realizar la optimización del proceso de extracción de pectina utilizando hidrólisis ácida a partir de la obtención de la ecuación de predicción. La aplicación del diseño experimental y el análisis estadístico de los datos arrojó que los valores óptimos de pH y temperatura fueron de 2 y 60 °C respectivamente. La ecuación de predicción sugirió que a valores de pH de 1.5 y elevando la temperatura a 90 °C podríamos obtener valores cercanos al 10 % de rendimiento, lo que asemejaría a lo obtenido en cáscara de naranja.

**KEYWORDS**

Banana peel, pectin, acid hydrolysis.

**Abstract**

The increase in global banana production presents a rise in agro-industrial waste. For this reason, the banana peel and the stem are the most important objects for this study. Both parts of the plant report considerable values of pectin as the main component of its cell wall. The banana peel (*Musa x paradisiaca*) used in this research, was collected from the northern region of the state of Veracruz. It was subjected to an enzyme inactivation process for its subsequent extraction of pectin using a full 22-factorial design. The variables were the pH (1.5, 2) and the temperature (60 and 70 °C); the response was the extraction yield with acid hydrolysis. Data analysis was performed using an analysis of variance and the comparison of means was done through a Tukey-Kramer test using a p-value  $\leq 0.05$ . The objective of this research was to optimize the pectin extraction process using acid hydrolysis to obtain the prediction equation. The application of the experimental design and the statistical analysis of the data showed that the optimal values of pH and temperature were 2 and 60 °C, respectively. The prediction equation suggested that at pH values of 1.5 and raising the temperature to 90 °C it is possible to obtain values close to 10 % yield, which would be similar to what is obtained in orange peel.

**Introducción**

Anualmente a nivel mundial se producen más de 119 millones de toneladas de plátano (FAO, 2022). México se ubica como el doceavo productor de plátano a nivel mundial y Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel nacional, lo que vuelve al plátano una fruta de importancia económica (CEDRSSA, 2019). En 2017, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) reportó que México produce cerca de 35 millones de toneladas de residuos orgánicos, de los cuales aproximadamente el 3% de los residuos corresponden a cáscara de plátano (Vu *et al.*, 2017).

El plátano (*Musa x paradisiaca*) es uno de los principales cultivos frutales cultivados por sus frutos comestibles en regiones tropicales y subtropicales (Velasteguí *et al.*, 2017; Heuzé *et al.*, 2016). Algunos estudios han demostrado que la cáscara de plátano contiene nutrientes tales como carbohidratos, proteínas, grasas, fibras, vitaminas y fitoquímicos, además, su alto contenido de humedad la convierte en un residuo altamente perecedero (Pyrar, 2018; Lee *et al.*, 2010). Actualmente la cáscara de plátano ha adquirido gran interés desde el punto de vista económico y ambiental debido a que se considera una fuente de nanofibras de celulosa, compuestos fenólicos y pectina (Rendón *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2016; Robinson, 2012)

La pectina es un heteropolisacárido estructural presente en las paredes celulares primarias de la mayoría de las plantas, la cual le proporciona resistencia mecánica y flexibilidad. Este carbohidrato es considerado un ingrediente funcional de alto valor debido a sus propiedades emulsificantes y gelificantes (Khamsucharit *et al.*, 2018; Methacanon *et al.*, 2014). En el mercado son más valoradas aquellas pectinas de alto grado de esterificación puesto que gelifican bajo condiciones ácidas, lo que las vuelve altamente viables para su aplicación en derivados de frutas y lácteos (Rivadeneira *et al.*, 2020; D'Addosio, 2005).

Varios autores han determinado que el método de extracción de pectina más efectiva es mediante hidrólisis ácida utilizando temperaturas entre 60 °C a 90 °C y pH de 1.5 a 3. Sin embargo, el rendimiento dependerá también de otros factores tales como, la especie del plátano, grado

de madurez, entre otros (Rengifo-Avala & Macías-Moreira, 2019; Rendón *et al.*, 2018; Guerrero *et al.*, 2017; Urango-Ramos *et al.*, 2017). Determinar las condiciones óptimas para la extracción de pectina de manera experimental, representa un alto costo, debido al uso de reactivos, equipos y tiempo de ejecución. El diseño de experimentos permite evaluar los factores que influyen en un sistema particular por medio de enfoques estadísticos combinando enfoques del conocimiento teórico y el conocimiento práctico de los factores particulares a estudiar. Adicionalmente, permite describir la interacción de las variables y los participantes, detalla el número de variables o factores independientes, los niveles de cada variable y sus nombres, lo cual mejora comprensión de un experimento y el cómo se recopilaban los datos (Knight, 2010; Hanrahan *et al.*, 2005). Asimismo, esta herramienta permite realizar una investigación objetiva y controlada, maximizando la precisión y obteniendo conclusiones específicas referentes a una hipótesis en específico (Bell, 2009). Es por ello que el objetivo del presente trabajo es aplicar un diseño de experimentos para la determinación de los parámetros óptimos para la extracción de pectina de cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*).

**Material y métodos**

La extracción de pectina se realizó mediante una hidrólisis ácida. El proceso se llevó a cabo en 4 etapas, las cuales consisten en la obtención de la materia prima, pretratamiento de la muestra, la hidrólisis ácida donde se aplicó un diseño factorial completo  $2^2$  y la precipitación de la pectina.

**Obtención y recolección de la materia prima**

La cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*) se obtuvo de diferentes puntos de conveniencia de la zona norte del estado de Veracruz (Gutiérrez Zamora, Papantla, Poza Rica y San Rafael). Las cáscaras se almacenaron en refrigeración a 6 °C durante un tiempo máximo de 24 horas.

**Pretratamiento de la muestra**

Las cáscaras se lavaron con agua destilada para retirar residuos de pulpa y suciedad. Posteriormente, se sometieron a un proceso de inactivación de pectinasas.

Para ello, las cáscaras se cubrieron con agua destilada y se colocaron en una parrilla de calentamiento (CIVEQ, 79-MASTER, México), a 95 °C durante 15 min. Al finalizar la inactivación las cáscaras se cortaron en trozos de aproximadamente 2 cm<sup>2</sup> y se secaron a 60 °C durante 24 h en un horno (ECOSHEL, 9023A, Monterrey, NL, México). Finalmente, la cáscara seca fue molida utilizando una licuadora convencional (Oster, Soho Lite 2), la harina obtenida se almacenó en tubos cónicos a temperatura ambiente (-25 °C) (Khamsucharit *et al.*, 2017).

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial completo 2<sup>2</sup>, con un total de 4 tratamientos lo cuales se realizaron por triplicado. Los factores utilizados fueron pH (1.5 y 2) y temperatura (60 y 70 °C), y como variable respuesta el rendimiento de extracción de pectina (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental

Muestra	pH	Temperatura (°C)
M1	1.5	60
M2	1.5	70
M3	2	60
M4	2	70

### Hidrólisis ácida

Se elaboraron dos soluciones de cáscara de plátano (% p/v), el pH de las soluciones se ajustó utilizando HCl 0.1 N, los valores de pH utilizados fueron 1.5 y 2, las lecturas de pH se midieron utilizando un potenciómetro (Hanna Edge, HI2020-01, México). Cada una de las soluciones se calentaron a dos temperaturas diferentes (60 °C y 70 °C) en un plato de calentamiento (CIVEQ, 79-MASTER, México) durante 45 min. Posteriormente las muestras se filtraron y se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 min utilizando una centrífuga digital (VELAB, VE-4000, México) (Arellanes *et al.*, 2011).

### Precipitación de pectina

La pectina presente en las muestras se precipitó adicionando 60 % (v/v) de etanol al 96 % (v/v). La solución obtenida se filtró, recuperando el filtrado el cual se secó a 60 °C en un horno de secado (ECOSHEL, 9023A, Monterrey, NL, México) hasta alcanzar peso constante, el rendimiento de pectina se obtuvo mediante la Ecuación 1 (Valentina *et al.*, 2018).

$$\% \text{ pectina (Rendimiento)} = \frac{\text{peso de la pectina posterior al secado}}{\text{peso de la cáscara seca}} * 100\%$$

### Análisis estadístico

Todos los tratamientos se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como la media ± desviación estándar. Las diferencias significativas se determinaron mediante la prueba de Tukey-Kramer, con un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ . Los datos se evaluaron mediante análisis de varianza unidireccional (ANOVA) utilizando el software JMP V.8 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Finalmente

se obtuvo la ecuación de predicción donde se modificaron los valores de pH y temperatura hasta alcanzar los de mayor rendimiento.

## Resultados y Discusión

El rendimiento de pectina obtenido de los diferentes tratamientos aplicados se muestra en la Tabla 2. El tratamiento con mayor rendimiento de pectina (4.67 % ± 1.11) fue a 60 °C y pH de 2 (M2). El análisis de varianza demostró una R<sup>2</sup> de 0.77 y un valor de  $p = 0.0061^*$ . De los resultados obtenidos se observa que el tratamiento M2 presenta diferencia significativa entre todos los tratamientos, mientras que los tratamientos M1, M3 y M4 no presentaron diferencia significativa. El rendimiento obtenido en la M2 se asemeja a lo reportado por Arellanes *et al.* (2011), quienes obtuvieron un rendimiento de 4.31 % realizando una hidrólisis con HCl a un pH de 2, 85 °C durante 60 min. A pesar de que los resultados son similares el tratamiento aplicado por Arellanes *et al.* (2011) se realiza a una mayor temperatura y tiempo de reacción lo que implica un gasto energético más alto. Sin embargo, el valor máximo de rendimiento de pectina se encuentra por debajo de los obtenidos en otros frutos, de acuerdo con lo reportado por Khamsucharit *et al.*, (2017) quienes indican que frutos como la pulpa de manzana y la cáscara de naranja presentan valores de 10 % y 19 % respectivamente.

Tabla 2. Rendimiento de extracción de pectina

Temperatura (°C)	pH	Pectina (%)
60	1.5	21±0.61 <sup>a</sup>
60	2	4.67±1.11 <sup>b</sup>
70	1.5	2.14±0.73 <sup>a</sup>
70	2	1.77±0.53 <sup>a</sup>

\*Los datos representan la media ± desviación estándar. a-b Letras diferentes en la misma columna muestran diferencia estadística significativa  $p \leq 0.05$

El análisis estadístico del diseño factorial completo demostró que la interacción doble Temperatura\*pH es estadísticamente significativa ( $p \leq 0.0111$ ), por lo que se analizó la interacción en la que el rendimiento de pectina es mayor al aumentar la temperatura y el pH. En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los datos de interacción, donde la línea roja representa el comportamiento general y las líneas punteadas muestran el comportamiento de la recta de acuerdo con las desviaciones estándar.

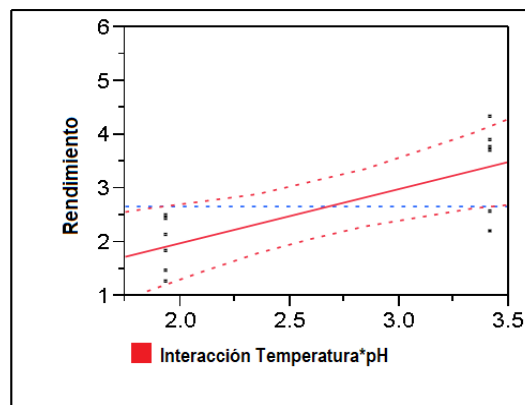


Figura 1. Gráfico de comportamiento de la interacción temperatura\*pH respecto al rendimiento de pectina

Los resultados obtenidos indican que las condiciones en las

que se realizaron los tratamientos generan rendimientos de pectina a partir de cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*) menores en comparación los obtenidos a partir de otros frutos (Wang *et al.*, 2014).

El modelo de optimización realizado se presenta en la siguiente ecuación.

$$\% \text{Rendimiento} = 2.6717 - 0.7133 * \left( \frac{\text{pH} - 1.75}{0.25} \right) + 0.5517 * \left( \frac{T - 65}{5} \right) + \left( \frac{\text{pH} - 1.75}{0.25} \right) * \left( \frac{T - 65}{5} \right) * -0.7367$$

El cual se obtuvo a partir de los valores presentados en el diseño experimental, con la finalidad de aumentar el rango de experimentación, adicionalmente la hidrólisis se realizó a 90 °C. Del modelo de optimización se obtuvo que el mayor rendimiento (10 %) se obtiene a un pH de 1.5 y 90 °C, el cual es similar al obtenido a partir de la extracción de pectina en cáscara de naranja. De igual forma, el rendimiento obtenido a partir de la ecuación de predicción demuestra que al aumentar la temperatura el porcentaje de pectina obtenida aumenta, esto es similar a lo reportado por Alcántara *et al.*, (2022) quienes obtuvieron un aumento en el rendimiento de pectina que alcanzó el 32.89 % base seca mediante una hidrólisis ácida a 85 °C durante 5 h en plátano de la variedad *Musa acuminata X Musa balbisiana BBB*.

## Conclusiones

La hidrólisis ácida aplicada para la extracción de pectina de cáscara de plátano (*Musa x paradisiaca*) es un método viable, donde es posible obtener rendimientos adecuados utilizando tiempos y temperaturas menores a lo reportado por otros autores. De igual forma, es sustancial destacar la importancia de la aplicación de diseños experimentales para la optimización de los procesos, puesto que no solamente funcionan para el análisis estadístico de la información, sino que también pueden utilizarse para predecir comportamientos y ahorrar recursos en la generación de nueva información. Esto se logra a partir de la obtención de las ecuaciones de predicción las cuales nos indicarían el resultado posible a obtener en diferentes valores de pH y temperatura, permitiendo con ello obtener datos de la predicción del comportamiento de una experimentación.

## Contribución de los autores

NSO, diseño, recolección de datos, redacción.  
BRC, recolección de datos, redacción.  
LMPT, recolección de datos, redacción.  
XVR, recolección de datos, redacción.  
IHM, recolección de datos, análisis estadístico, redacción.

## Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Presentaciones previas

Ninguna.

## Referencias

- Alcántara, G. A. P., Gaban, P. J. V., Rivadeneira, J. P., & Castillo-Israel, K. A. T. (2022). Citric Acid Method Optimization for Pectin Extraction from Unripe 'Saba' Banana (*Musa acuminata X Musa balbisiana BBB*) Peels. In *Materials Science Forum* (Vol. 1069, pp. 219-230). Trans Tech Publications Ltd.
- Arellanes, A., Jaraba, M., Mármol, Z., Páez, G., Mazzarri, C. A., & Rincón, M. (2011). Obtención y caracterización de pectina de la cáscara del cambur manzano (*Musa AAB*). *Rev. Fac. Agron*, 28, 523-539.
- Bell, S. (2009). *Experimental Design*. En R. Kitchin & N. Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 672-675). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00431-4>
- CCA. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp.
- CEDRSSA. (2019). *La producción y el comercio del plátano*. Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México.
- D'Addosio, R, Páez, G, Marín, M, Mármol, Z, & Ferrer, J. (2005). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(3), 241-251. Recuperado en 19 de junio de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182005000300004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000300004&lng=es&tlng=es).
- FAO. *Cultivos y productos de ganadería*. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Recuperado el 12 de octubre de 2022).
- Guerrero, G., Suárez, D., & Orozco, D. (2017). Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. *Temas agrarios*, 22(1), 85-90
- Hanrahan, G., Zhu, J., Gibani, S., & Patil, D. G. (2005). *Chemometrics and statistics | Experimental Design*. En P. Worsfold, A. Townshend, & C. Poole (Eds.), *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)* (pp. 8-13). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00079-0>
- Heuzé V., Tran G., Archimède H. *Banana peels*. feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. 2016. <https://www.feedipedia.org/node/684>.
- Khamsucharit, P., Laohaphatanalert, K., Gavinlertvatana, P., Sriroth, K., & Sangseethong, K. (2018). Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties. *Food science and biotechnology*, 27(3), 623-629.
- Knight, K. L. (2010). Study/Experimental/Research Design: Much More Than Statistics. *Journal of Athletic Training*, 45(1), 98-100. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.1.98>
- Lee, E. H., Yeom, H. J., Ha, M. S., & Bae, D. H. (2010). Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. *Food Science and Biotechnology*, 19(2), 449-455.
- Methacanon, P., Krongsin, J., & Gamonpilas, C. (2014). Pomelo (*Citrus maxima*) pectin: Effects of extraction parameters and its properties. *Food Hydrocolloids*, 35, 383-391.

15. Oliveira, T. Í. S., Rosa, M. F., Cavalcante, F. L., Pereira, P. H. F., Moates, G. K., Wellner, N., Mazzetto, S. E., Waldron, K. W., & Azeredo, H. M. C. (2016). Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chemistry*, 198, 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.080>
16. Pyar, H. (2018). Chemical Compositions of Banana Peels (*Musa sapientum*) Fruits cultivated in Malaysia using proximate analysis. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 6.
17. Rendón C. O., & Rendón-Hoyos, M. (2018). Utilización de plátano (*Musa paradisiaca*) como fuente energética en avicultura. Congreso de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Medellín (Colombia); Dic 1976p. 52-69 (No. Doc. 1572)\* CO-BAC, Santafé de Bogotá).
18. Rengifo-Álava, Y. J., & Macías-Moreira, J. C. (2019). Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de la cáscara de cacao (*theobroma cacao*) (Master's thesis, Calcuta: ESPAM MFL).
19. Rivadeneira, J. P., Wu, T., Ybanez, Q., Dorado, A. A., Migo, V. P., Nayve, F. R. P., & Castillo-Israel, K. A. T. (2020). Microwave-assisted extraction of pectin from "Saba" banana peel waste: Optimization, characterization, and rheology study. *International Journal of Food Science*, 2020.
20. Robinson, J. C., & Galán Saúco, V. (2012). Plátanos y bananas. Editorial Paraninfo.
21. Urango-Ramos, A. F. (2021). Seguimiento y evaluación de labores fitosanitarias en el cultivo de banano (*Musa AAA Cavendish*) en la empresa Banaexport SAS Carepa-Antioquia.
22. Valentina, R. P., Marisol, H. C., & de Puebla, S. N. (2018). Obtención de pectina a partir de las cáscaras de plátano para su aprovechamiento. *Revista Ingeniantes*, 5(2), 2.
23. Velasteguí, A. J. H., Arévalo, A. E. B., & Bloisse, S. Y. T. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 506-525.
24. Vu, H. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2017). Optimization of ultrasound-assisted extraction conditions for recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity from banana (*Musa cavendish*) peel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13148.
25. Wang, X., Chen, Q., & Lü, X. (2014). Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 38, 129-137.





## ARTÍCULO ORIGINAL

# Desarrollo de dispositivo IoT con monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico en establecimientos de Tecolutla y Gutiérrez Zamora

**Halley Guadalupe García-Gaona<sup>1\*</sup>, Sergio Sánchez-Mena<sup>2</sup>, Iván Tirado-Flores<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> P.E. Mantenimiento Industrial. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Campus Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

<sup>2</sup> P.E. Tecnologías de la Información. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Campus Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

Recepción 06 de abril de 2024. Aceptación 10 de julio de 2024

### Resumen

#### PALABRAS CLAVE

Consumo de electricidad  
Recursos energéticos  
Prácticas sostenibles  
Red eléctrica  
Energías renovables

El presente trabajo aborda la importancia de comprender y analizar el consumo de electricidad para gestionar eficientemente los recursos energéticos, reducir costos operativos y promover prácticas sostenibles. Se mencionan los beneficios de implementar redes eléctricas inteligentes con dispositivos de medición automáticos. Se aborda la importancia del monitoreo preciso del consumo eléctrico para identificar patrones de uso y posibles ineficiencias energéticas, destacando la falta de educación en ahorro eléctrico y se mencionan las aplicaciones tecnológicas que benefician la mejora de calidad de vida y sobre concientizar la importancia de tener un local empresarial con tecnología avanzada. En la metodología de investigación, se menciona el proceso estructurado para recopilar y analizar datos provenientes de encuestas realizadas a establecimientos de la región. Se detallan las técnicas estadísticas utilizadas y se presentan resultados sobre el interés por un dispositivo IoT para medir el consumo de energía eléctrica en tiempo real. El dispositivo IoT propuesto cuenta con un microcontrolador ESP32 como su núcleo central. Este módulo integrado permitirá recopilar datos en tiempo real sobre el consumo eléctrico de los establecimientos. De esta manera, el sistema IoT desarrollado brindará una solución integral para el monitoreo preciso y la gestión eficiente del consumo energético en estos establecimientos comerciales ya que más del 90% de los establecimientos concluyen que se requiere en sus establecimientos. Finalmente, se concluye que el desarrollo de un dispositivo IoT para medir el consumo de energía eléctrica en tiempo real representa una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia energética y promover prácticas sostenibles en el sector del hospedaje y alimentación.

**KEYWORDS**

Electricity consumption  
 Energy resources  
 Sustainable practices  
 Electrical grid  
 Renewable energies

**Abstract**

The present work addresses the importance of understanding and analyzing electricity consumption to efficiently manage energy resources, reduce operating costs, and promote sustainable practices. The benefits of implementing smart electrical grids with automatic metering devices are mentioned. The importance of accurate monitoring of electrical consumption to identify usage patterns and potential energy inefficiencies is addressed, highlighting the lack of education in electrical savings and mentioning technological applications that benefit the improvement of quality of life and raise awareness of the importance of having a business premises with advanced technology. In the research methodology, the structured process for collecting and analyzing data from surveys conducted to establishment owners in the region are mentioned. The statistical techniques used are detailed, and results are presented on the interest in an IoT device to measure electricity consumption in real-time. The proposed IoT device has an ESP32 microcontroller as its central core. This integrated module will allow the collection of real-time data on the electricity consumption of the establishments. In this way, the developed IoT system will provide a comprehensive solution for the precise monitoring and efficient management of energy consumption in these commercial establishments, as more than 90% of the establishments conclude that it is required in their establishment. Finally, it is concluded that the development of an IoT device to measure electricity consumption in real-time represents a significant opportunity to improve energy efficiency and promote sustainable practices in the hospitality and food service sectors.

**Introducción**

La comprensión y el análisis del consumo de electricidad desempeñan un papel crucial en la gestión eficiente de los recursos energéticos, la reducción de costos operativos y la promoción de prácticas sostenibles en el uso de la energía. La demanda de energía eléctrica está asociada a la carga eléctrica en un punto determinado del sistema, durante un período de tiempo específico. Esta carga está relacionada con los aparatos que se conectan a la red, y que requieren de energía eléctrica para su funcionamiento (Ramírez, 2022); su generación, transporte y consumo controlado en aplicaciones tan variadas como iluminación, acondicionamiento de espacios y máquinas, así como su impacto en el desarrollo de las tecnologías modernas y las telecomunicaciones la han posicionado como uno de los servicios indispensables de la sociedad moderna debido a la mejora en la calidad de vida de las personas. (Ortiz, 2021). La red eléctrica tradicional enfrenta grandes retos, como los picos de demanda, el consumo denominado hormiga también conocido como consumo en espera o consumo vampiro, es la energía que consumen los aparatos electrónicos cuando están apagados o en modo de espera (Section, 2022), la incorporación de energías renovables, reducción de pérdidas de energía, mejora en la calidad en el servicio y eficiencia energética, entre otros. (León-Trigo, 2019), la presencia de pérdidas de energía eléctrica en las redes de distribución es una situación cotidiana y regular en las empresas de distribución; las pérdidas de energía en esta etapa son el resultado de restar la cantidad de energía disponible del sistema, de las que es medida y facturada por la empresa (Arias, 2019) existen diversos estudios sobre la implementación de redes eléctricas inteligentes con dispositivos de medición automáticos que se comunican bidireccionalmente con la empresa suministradora. Muchos

de estos ofrecen múltiples beneficios a clientes y empresas (Romero, 2018).

El monitoreo preciso del consumo eléctrico permite identificar patrones de uso, detectar posibles ineficiencias energéticas y diseñar estrategias para optimizar la eficiencia energética, sin embargo la falta de educación en lo que se refiere al ahorro eléctrico, nos arroja que muchas personas desconocen o no son conscientes del desperdicio eléctrico y económico existente en su hogar, por otra parte también existen las personas que no poseen las herramientas necesarias para cuantificar y evitar este escenario (Quizhpe, 2018), gracias a los avances tecnológicos que actualmente se encuentran inmersos en diferentes áreas, hoy en día se ha logrado implementar una serie de aplicaciones que están permitiendo ayudar al ser humano en diversas tareas, mejorando así la calidad de vida del mismo y de la misma manera dando conocer la importancia de tener una vivienda automatizada (Tenorio, 2016).

La validación de una metodología que permite realizar la evaluación y adquisición de la tecnología a través de ciertos criterios (Serna, 2019) como el uso de medidores inteligentes y en especial la telemedición, ha suscitado gran interés a nivel internacional, muchas experiencias se han venido desarrollando en varios países de la Unión Europea, EUA, etc., atribuyéndoseles innumerables ventajas desde variados puntos de vista (Pérez, 2019), en opinión de la Comisión Europea el sistema energético del futuro integrará los sistemas y mercados de electricidad, gas natural, climatización y movilidad, con redes inteligentes que pondrán a los ciudadanos en el centro (Fernández, 2019).

El creciente uso de la tecnología de la información, la informática inteligente, la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos ha contribuido al crecimiento de los

sistemas de transporte inteligente en ciudades de todo el mundo (Olabi, 2023), por medio de la adquisición de tecnología se puede fortalecer la acumulación de capacidades, se cambia el proceso de simple compra a uno de verdadera transferencia tecnológica; se orienta a adquirir capacidades tecnológicas, adaptarlas y mejorarlas (Muñoz, 2020), la medición del consumo de energía eléctrica en tiempo real es un aspecto crucial para la eficiencia energética en hoteles y restaurantes. Con el avance de la tecnología IoT (Internet de las cosas) las personas pueden obtener el entorno circundante a un costo menor (Cárdenas Chávez, 2021), se ha vuelto posible desarrollar dispositivos que pueden medir y monitorear el consumo de energía de manera precisa y eficiente. En este contexto, la presente investigación se centra en el desarrollo de un dispositivo IoT que pueda medir el consumo de energía eléctrica en tiempo real, así como convertir este consumo en pesos, con el objetivo de proporcionar a los establecimientos de la región de Tecolutla y Gutiérrez Zamora una herramienta para gestionar de manera más eficaz su consumo de energía eléctrica.

La medición tiene unas características diferenciales en cuanto a otras disciplinas, el diseño y la construcción de instrumentos de medida es una tarea que no está exenta de complejidad (Rodríguez-Rodríguez, 2019). El modo autoadministrado online, presenta una mayor utilización de la lengua de la comunidad (Rada, 2020), se utilizan las encuestas de expectativas (Iregui-Bohórquez, 2021) y a partir de los resultados obtenidos, se espera poder definir las especificaciones técnicas y funcionales que el dispositivo IoT debe cumplir para satisfacer las necesidades y expectativas identificadas durante la fase de encuestas, esto incluirá aspectos como la precisión en la medición del consumo de energía, la facilidad de uso, la integración con sistemas existentes, entre otros criterios relevantes para garantizar la aceptación y utilidad del dispositivo por parte de los usuarios finales.

## Material y métodos

El estudio para la investigación es de tipo no experimental y transversal, ya que se recolectó la información llevando a cabo el estudio mediante un cuestionario en Google Forms (Quincho-Apumayta, 2022) en establecimientos de las cabeceras municipales de Gutiérrez Zamora y Tecolutla, dichos establecimientos comprenden restaurantes, hoteles, posadas y casas de huéspedes.

Se utilizaron técnicas estadísticas para identificar patrones y tendencias en las respuestas obtenidas, así como para establecer relaciones entre las variables relevantes para el desarrollo del dispositivo IoT.

Inicialmente, al consultar la página del INEGI, se encontró que hay 609 establecimientos, sin embargo, analizando la información varios correspondían a bares, negocios comerciales, cocinas económicas, loncherías, etc.; esto una

vez que se había indicado los rubros de hospedaje y alimentos; por lo que se buscó nuevamente la información en otro sitio que ha sido el Portal de Transparencia y se realizó una solicitud de información a los ayuntamientos de Tecolutla y Gutiérrez Zamora. La solicitud de información proporcionó datos más detallados, revelando un total de 332 establecimientos en ambas cabeceras municipales, de los cuales 217 son establecimientos de hospedaje y 115 son establecimientos de alimentos. Aunque se incluyen datos como el nombre, el tipo de negocio y la dirección de estos establecimientos, en algunos casos la información sobre la dirección no es completamente específica.

Se trabajó con una muestra total de 179 establecimientos seleccionados aleatoriamente, teniendo un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5% y se espera su participación en la encuesta sin mayor contratiempo.

De acuerdo con datos facilitados por ANEIMO (Asociación Nacional de Estudios de Mercado y Opinión Pública), en España la expansión de las encuestas online se produce principalmente a lo largo de la última década (Finkel, 2019). Se ha utilizado como instrumentos de recolección de datos el cuestionario denominado Encuesta para Medidor de Costo Eléctrico IoT, mismo que contempla 6 preguntas orientadas a las personas encargadas de los establecimientos, los resultados de estas encuestas están destinados (Oscar L Veiga, 2022) a obtener información sobre el consumo y pago anual de este tipo de establecimientos, es importante mencionar que ambos datos mediante este estudio se medirán cuantitativamente, la encuesta estuvo disponible por un periodo entre dos y tres semanas aproximadamente (Tania Azcárate-Yáñez, 2022)

## Resultados

Los objetivos del estudio fueron observar la necesidad del desarrollo de un dispositivo IoT para medir el consumo de energía eléctrica en tiempo real y lo que representa en diversos beneficios potenciales. En primer lugar, proporciona a los propietarios y administradores la capacidad de monitorear su consumo de energía de manera continua, lo que les permite identificar áreas de alto consumo y tomar medidas correctivas para reducirlo. Además, al convertir este consumo en pesos, se brinda a los usuarios una comprensión más clara del impacto económico de su consumo de energía, lo que puede motivar cambios en el comportamiento para reducir el gasto energético. En cuanto al procesamiento y análisis de los datos obtenidos, se han utilizado por la naturaleza de estos, técnicas descriptivas obteniendo los resultados siguientes:

El giro comercial de su negocio es:  
179 respuestas

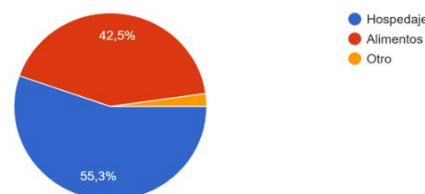


Figura 1. Pregunta 1

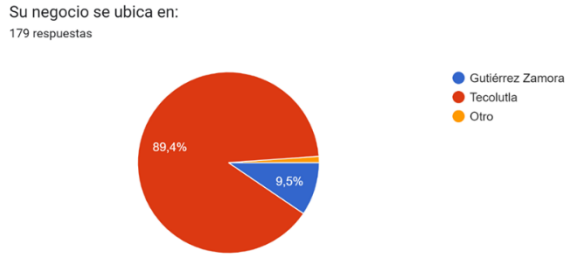


Figura 2. Pregunta 2

En la Figura 1 podemos observar que como se planteó originalmente se llevó a cabo la entrevista con dueños / gerentes / personal / encargado de sitios en su mayoría de giro de alimentos y hospedaje. Como algunos de los sitios visitados estuvieron cerrados durante la visita se aplicó la encuesta a tiendas de abarrotes derivado de la cercanía en un mínimo porcentaje (2.2%). Los resultados que se obtuvieron están reflejados en la Figura 2, es decir, desde la solicitud de la información en el portal de transparencia se tenía la certeza de que la mayoría de los establecimientos tenían cabida en la cabecera municipal de Tecolutla, aunque en el transcurso de la aplicación 2% personas con establecimientos del giro del estudio optaron por participar teniendo en cuenta que su lugar de origen no eran las cabeceras municipales de ,siendo este un porcentaje no muy significativo en los resultados y en algún momento este dispositivo podrá tener una aceptación fuera de los lugares donde se aplicó la encuesta.



Figura 3. Pregunta 3

En la Figura 3 es muy clara la falta de conocimiento (con el 86.6%) que como usuarios de este tipo de establecimientos se tiene de la lectura adecuada del medidor o watorímetro, siendo un porcentaje menor el que si tiene conocimiento de ello.

¿Tiene usted alguna idea de las tarifas de consumo que existen para su negocio/ domicilio y su aplicación?  
179 respuestas

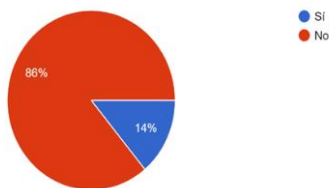


Figura 4. Pregunta 4

¿Sabe usted interpretar el consumo y lo que le corresponde pagar en base a la lectura?  
179 respuestas

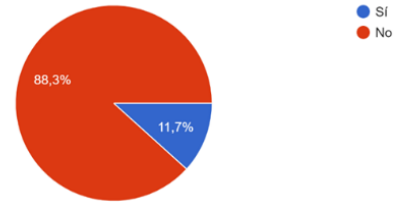


Figura 5. Pregunta 5

Tanto en las Figuras 4 y 5 se evidencia la falta de conocimiento como usuarios de este tipo de establecimientos sobre los tipos y costos de tarifas que se aplican a sus negocios y nuevamente se obtiene como resultado que son solo algunos negocios que, si tienen conocimiento de la tarifa aplicada a sus establecimientos, llevando así a la falta de conocimiento de cuánto pagar en sus periodos de corte.

¿Estaría usted interesado en saber cuál es su consumo de energía diario?  
179 respuestas

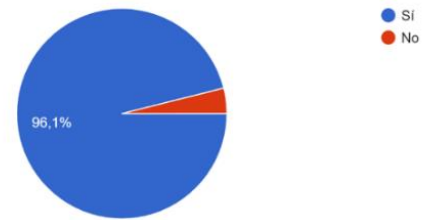


Figura 6. Pregunta 6

Queda evidenciado en la Figura 6 un alto porcentaje del 96.1% el interés por parte de los encargados/ dueños/ empleados de este tipo de establecimiento de estudio, por saber cuál es el consumo real de energía eléctrica en sus establecimientos, por consiguiente, en la Figura 7 se refleja el interés (97.8%) por los encuestados por tener una idea del consumo/ pago diario de sus establecimientos para el control de gastos en estos tipos de establecimientos.

¿Estaría usted interesado en saber cuánto es lo que usted debería pagar diariamente en base al consumo diario?  
179 respuestas

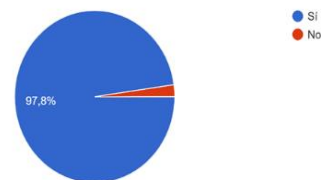


Figura 7. Pregunta 7

En los resultados de la Figura 8 se puede observar que una vez teniendo la información de un consumo diario y el monto a pagar, las actividades de control en el consumo van desde realizar cambios en la infraestructura, así como empezar a limitar el consumo para no exceder por parte de los establecimientos, etc., además que son pocos los establecimientos que no les serviría de nada saber esta

información, representado con un 5%, por lo que si habría alguna acción correctiva por parte de los usuarios al saber las lecturas en tiempo real y les sería importante lo anterior.

¿Una vez que usted sepa su consumo y lo que podría pagar diariamente, considera le serviría para? Puede elegir más de una opción

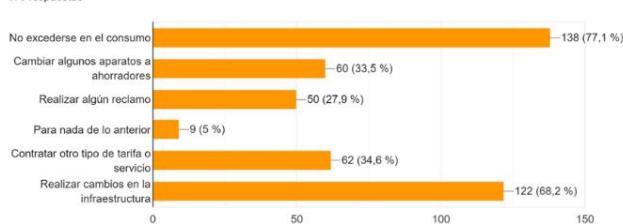


Figura 8. Pregunta 8

Se puede visualizar en la siguiente Figura, que en su mayoría los entrevistados cuentan con experiencia en la utilización de apps o el uso de equipo de cómputo, lo que da apertura a en un futuro la consulta de datos estadísticos en tiempo real desde apps o aplicaciones web, además de contemplar con ello el correcto uso de UX Design de la futura aplicación (Vargas, 2021) .

¿Maneja aplicaciones en su celular o PC?

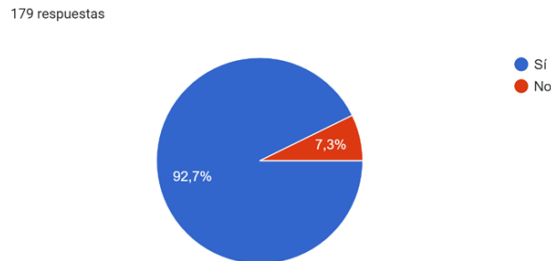


Figura 9. Pregunta 9

Como se puede apreciar en la Figura 10, se tiene un interés muy amplio por parte de los entrevistados en contar con un dispositivo en sus establecimientos incluso en sus casas (lo mencionaron) que les proporcione información sobre el consumo y el cálculo del monto a pagar de lo consumido de acuerdo con las tarifas establecidas.

¿Le interesaría contar en casa con un dispositivo capaz de llevar a cabo la lectura de su consumo, así como la determinación del costo a pagar ante dicho consumo ?

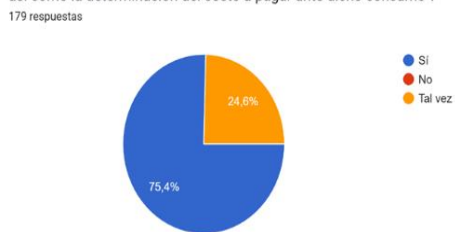


Figura 10. Pregunta 10

¿Le interesaría que este dispositivo le informe cual es el consumo monetario de su establecimiento por día, por proceso o máquina en una aplicación?

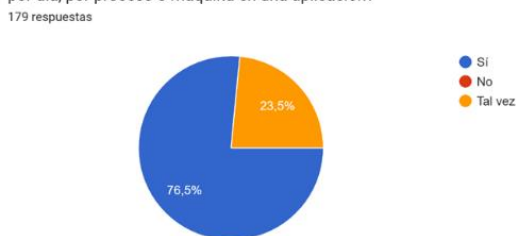


Figura 11. Pregunta 11

¿Le interesaría que este dispositivo le mande alertas por medio de la aplicación en el cual le indique antes de que cambie el tipo de tarifa?

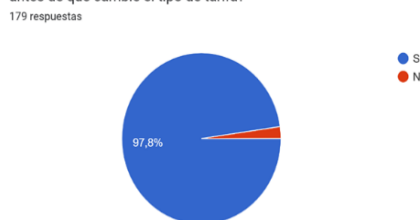


Figura 12. Pregunta 12

Las Figuras 11 y 12 nos muestra que hay una apertura por parte de la población de estudio en saber el consumo y su reflejo monetario y nos da una pauta para realizar implementaciones de actualizaciones en un futuro y dividir la medición en procesos o maquinarias y así tener un mayor control de forma específica para el beneficio de los usuarios, por lo que el interés sigue siendo mostrado. Con los permisos de notificaciones push que son un recurso de los medios de comunicación, estas aplicaciones, de programación nativa, permiten el envío de titulares cortos a los usuarios de dispositivos móviles (smartphones y tabletas digitales), sobre la pantalla del escritorio de su terminal móvil (Abarca, 2023), por lo que podríamos recibir notificaciones en los dispositivos móviles que nos indiquen los cambios de tarifa antes de que suceda, se podrá tener un mayor control por parte los usuarios en sus consumos, además que es algo de interés en el funcionamiento de la app por parte de los entrevistados en un elevado porcentaje (97.8%).

¿Le interesaría que este dispositivo le mande alertas por medio de la aplicación en el cual le indique consumo de energía excedente en tiempo real?



Figura 13. Pregunta 13

¿Le gustaría que este dispositivo pudiera notificarle si está excediendo su consumo ante un valor o rango específico?  
179 respuestas

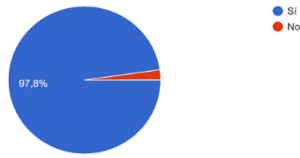


Figura 14. Pregunta 14

En la Figura 13 podemos ver que incluso cuando los establecimientos de los usuarios hayan iniciado a excederse en su consumo normal establecido, es de interés por parte de ellos el seguir teniendo en su conocimiento cuál es el excedente en consumo y en costo aun así para administrar sus recursos. Y la Figura 14 nos muestra el interés por que la aplicación en su funcionalidad podamos marcar o establecer un rango de consumo diario, semanal o mensual para tener el control de no excederse en un consumo habitual de estos establecimientos, ayudando así a controlar dicho consumo mediante la medición en tiempo real.

¿Cuál sería el rango de precio que estaría usted dispuesto a pagar por un dispositivo como el mencionado?  
179 respuestas

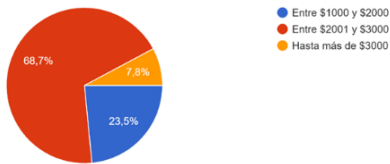


Figura 15 . Pregunta 15

La siguiente ilustración nos indica que el rango apto para el costo y lo dispuesto a pagar por parte de los usuarios en su mayoría es un rango de precios de entre \$2001.00 y \$3000.00 (68.7%), aunque si hay usuarios que derivado de las funcionalidades a ofrecer, podrían pagar hasta más de \$3000.00 (7.8%), además de un porcentaje de los entrevistados pagarían entre \$1000.00 y \$2000.00 (23.5%), esto puede deberse al tamaño y los ingresos de cada establecimiento, además del interés en un dispositivo como el planteado por parte de los usuarios finales.

¿Considera usted que el contar con un dispositivo así podría tener un mejor control de su consumo?  
179 respuestas

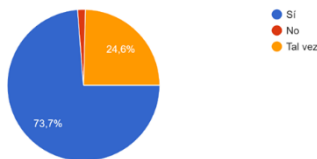


Figura 16. Pregunta 16

En la anterior Figura se refleja el interés en un mayor grado (73.7%) así como la incertidumbre (24.6%) por parte de la población de estudio y es bajo el no interés (1.7%), lo que nos indica la viabilidad en cuanto a la adquisición de un dispositivo como el que se pretende diseñar para ayudar a mantener el control del consumo y gasto energético en este tipo de establecimientos.

¿Tiene usted alguna idea si existe en el mercado alguna aplicación / dispositivo similar?  
179 respuestas

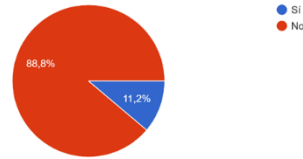


Figura 17. Pregunta 17

Como se refleja en la Figura nos muestra que los entrevistados en su mayoría desconocen de la existencia de dispositivos similares en cuanto al funcionamiento que puedan existir en el mercado, sin embargo, nos encontramos con algunos entrevistados que mencionaron que han investigado sobre la adquisición de dispositivos similares, pero tienen elevado costo en el mercado.

En resumen, el desarrollo de un dispositivo IoT para medir el consumo de energía eléctrica en tiempo real representa una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia energética desde la perspectiva del consumo y promover prácticas sostenibles en el sector del hospedaje y alimentación. Se buscó comprender las necesidades específicas de los usuarios finales y definir las características clave que este dispositivo debe tener para ser considerado útil y efectivo. Con un enfoque riguroso en la recopilación y análisis de datos, se sientan las bases para el desarrollo de un dispositivo que contribuya de manera significativa a la gestión eficiente del consumo de energía eléctrica en estos establecimientos. Con fundamento en los análisis estadísticos siendo la pregunta 10 la más valiosa tenemos que en los establecimientos está la necesidad de tener un dispositivo como el que se describe en el presente artículo.

Tabla 1. Análisis estadístico

Descriptive Statistics	Column 1	
	Tal vez	si
Valid	44	135
Missing	0	0
Mean	78.409	93.778
Std. Deviation	51.504	51.545
Variance	2652.712	2656.905
Minimum	3.000	1.000
Maximum	178.000	179.000

## Conclusiones

Como se puede analizar en las ilustraciones que representan los resultados de las respuestas obtenidas, existe un interés por parte de la población de estudio en la utilización y sobre todo en la adquisición de este dispositivo para ser utilizado en sus establecimientos de alimentos u hospedaje, incluso en un futuro en sus hogares o casas habitaciones, además de que algunas preguntas marcan la pauta para actualizaciones futuras en el uso de aplicaciones móviles y web y la forma de operar de los mismos con las lecturas que se realicen, además de que gran parte de los entrevistados desconocen de dispositivos similares en funcionamiento.

A partir de los resultados de las encuestas realizadas, se puede observar un claro interés por parte de la población objetivo en la utilización y adquisición del dispositivo IoT propuesto para monitorear y gestionar el consumo eléctrico en sus establecimientos comerciales, como restaurantes y hoteles. Incluso, algunos de los encuestados han expresado su deseo de implementar este tipo de solución en sus propios hogares en un futuro. Asimismo, las respuestas obtenidas brindan pautas importantes para futuras actualizaciones y mejoras del dispositivo, se ha identificado la necesidad de desarrollar aplicaciones móviles y web que permitan a los usuarios interactuar de manera sencilla con los datos de consumo eléctrico recopilados por el dispositivo, esto facilitaría el acceso a la información y la toma de decisiones informadas para optimizar el uso de la energía. Es destacable que gran parte de los entrevistados desconocen la existencia de dispositivos similares en el mercado, con lo anterior nos da la oportunidad para posicionar el dispositivo IoT desarrollado como una solución innovadora y con esto además contribuir significativamente a la sostenibilidad ambiental.

Aunado a lo anterior, el desarrollo de este dispositivo puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al fomentar prácticas más eficientes en el uso de la energía eléctrica. Al proporcionar a los establecimientos herramientas para gestionar su consumo de energía, se fomenta la adopción de medidas que reduzcan la huella ambiental de estos negocios, lo que es especialmente relevante en un contexto donde la sostenibilidad es cada vez más valorada por los consumidores y las autoridades reguladoras.

## Contribución de los autores

SSM, diseño del trabajo, análisis estadístico y redacción.  
HGGG, diseño del trabajo, recolección de datos y redacción.  
ITF, diseño y recolección de datos.

## Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Presentaciones previas

Ninguna.

## Referencias

- Abarca, J. P. M., Sánchez, J. M. B., & Vallvey, F. M. (2023). Temas y uso de las notificaciones Push de las aplicaciones móviles de los medios de comunicación españoles durante la pandemia COVID-19. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(2), m231102a08-m231102a08.
- Azcárate-Yáñez, T., Richardson-López Collada, V. L., Pérez-Robles, V. M., & Camacho-Franco, M. A. (2022). Results of surveys to users of IMSS children daycare centers during the COVID-19 pandemic. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 60(3), 328-337.
- Chávez, J. C. C., Berenice, R. R. E., & Valderrama, A. C. (2022). Sistema De Gestión Inteligente Para Suministros De Agua Y Energía Eléctrica En Un Edificio Militar Basado En El Internet De Las Cosas. *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, 2(1).
- De Rada, V. D. (2021). Utilización conjunta de encuestas administradas y autoadministradas. ¿Proporcionan resultados similares? *Revista Española de Sociología*, 30(1), a09-a09.
- Fernández Gómez, J., & Menéndez Sánchez, J. (2019). Las redes inteligentes y el papel del distribuidor de energía eléctrica. *Orkestra Instituto Vasco de Competitividad*.
- Gaibor, E. H. R. (2017, November 1). Implementación de un prototipo de medidor de energía residencial considerando las pérdidas no técnicas por hurto.
- García, D. P., Reina, F. G., & Eduardo, D. H. (2019). Disminución de las pérdidas de energía eléctrica por distribución usando una tecnología novedosa de mediciones y control para la toma de decisiones. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(34), 144-150.
- Herrán, O. F., Bermúdez, J. N., & Zea, M. del P. (2019). Cambios alimentarios en Colombia; resultados de dos encuestas nacionales de nutrición, 2010-2015. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 52(1), 21-31.
- Iregui, M., Anzola-Bravo, C., Ballén-Rubio, L. F., & Torres-Medina, P. A. (2021, August 27). ¿Qué nos dicen las encuestas sobre la formación de expectativas de inflación? Banco de La República Colombia.
- León-Trigo, L. I., Reyes-Archundia, E., Gutiérrez-Gnecchi, J. A., Méndez-Patiño, A., Chávez-Campos, G. M., León-Trigo, L. I., Reyes-Archundia, E., Gutiérrez-Gnecchi, J. A., Méndez-Patiño, A., & Chávez-Campos, G. M. (n.d.). Smart Grids en México: Situación actual, retos y propuesta de implementación. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 20(2), 0-0.
- Marín, C. E. A., & Bravo, D. X. G. (2019, October 1). Metodología para la identificación de sistemas de medición de energía eléctrica con errores de registro de consumo dentro de sistemas de distribución.
- Márquez, B. L. V., Hanampa, L. A. I., & Portilla, M. G. M. (2021). Design Thinking aplicado al Diseño de Experiencia de Usuario. *Innovación y Software*, 2(1), 6-19.
- Menéndez, M. A., & Morgenstern, L. F. (2019). Encuestas por Internet y nuevos procedimientos muestrales. *Panorama Social*, 30, 41-53.
- Olabi, A. G., Wilberforce, T., Obaideen, K., Sayed, E. T., Shehata, N., Alami, A. H., & Abdelkareem, M. A. (2023). Micromobility: Progress, benefits, challenges, policy and regulations, energy sources and storage, and its role in achieving sustainable development goals. *International Journal of Thermofluids*, 17, 100292.
- Padilla, M. Á. O., Rivera, J. D. L. O., Espitia, J. P. A., & Mira, S. J. (2021). Estimación en tiempo Real del consumo de energía eléctrica de dispositivos en hogares utilizando Arduino y aplicaciones web. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.
- Quincho Apumayta, Raúl, Cárdenas Valverde, Juan Carlos, Quispe Ayala, César, Flores Poma, Irina Giovanna, & Inga Choque, Vilma.

(2022). Formularios de Google y elaboración de instrumentos de evaluación por competencias. Conrado, 18(85), 424-428. Epub 02 de abril de 2022.

Quizhpe, A. B. M. (2018, January 1). Diseño y construcción de un prototipo de medición y control de consumo de energía eléctrica para dispositivos domésticos.

Ramírez, C. A. Y. (2022). Pronóstico de consumo de energía eléctrica residencial de corto plazo utilizando algoritmos de aprendizaje automático y profundo. Revista de Investigación de Sistemas e Informática, 15(2), 27-37.

Rodríguez, J. R., & Alvarez, M. R. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. REIRE: Revista d'innovació i Recerca En Educació, 13(2).

Rojas, D., FRANCO, D. A., & MENDOZA, C. L. (2020, December 23). Etapas de adquisición de tecnología y conocimiento en el sector ganadero de tipo exportación. Editorial Espacios. Serna, D. R. V. (2019, December 20). Guía metodológica de gestión tecnológica para el proceso de adquisición de activos de tecnología biomédica en el eje cafetero.

Tenorio, R. J. C. (2016). Desarrollo e Implementación de una Aplicación para Dispositivos Móviles con Sistemas Operativo Android, para el Control de Luminarias y Monitoreo de Consumo de Energía Eléctrica de una Vivienda.

Veiga, O. L., Romero-Caballero, A., Valcarce-Torrente, M., Kercher, V. M., & Thompson, W. (2022). Evolución de las encuestas del fitness en España y a nivel mundial: un análisis de los últimos 5 años (Evolution of Spanish and Worldwide fitness trends: a five-year analysis). Retos, 43, 388-397.

Yoel Sencion, Ávila, F., Aguilar, K., Jimenez, E., & Acosta, A. (2022, December 1). Una revisión sobre las estrategias tecnológicas de ahorro y eficiencia energética en el sector residencial e industrial.





## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# Análisis de la NOM-035-STPS-2018 en nuestro derecho laboral.

**Santos Israel Muñoz-López<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

Recepción 24 de junio de 2024. Aceptación 17 de julio de 2024

### PALABRAS CLAVE

Norma, prevención, psicosocial, estrés laboral, incapacidad laboral, teletrabajo, salario emocional.

### Resumen

En fecha 23 de septiembre de 2018 la Secretaría de Trabajo y Previsión Social público en el DOF., una norma denominada NORMA Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención, y este instrumento tiene el objetivo salvaguardar la salud emocional de los trabajadores de México, promoviendo un adecuado entorno organizacional favorable.

En la actualidad la productividad de las empresas se ha visto disminuida debido a problemas psicosociales de los trabajadores y en consecuencia de cargas excesivas de trabajo, rotación de jornadas, relegación de actividades en la empresa, etc., por tal motivo se diseñaron instrumentos llamados guías que se aplican dentro de la fuente laboral para así medir el clima organizacional.

La derogada Ley Federal de Metrología y Normalización regula que las normas oficiales mexicanas sean de carácter obligatorio, sin embargo, derivado de las nuevas políticas laborales en México (Teletrabajo) se analiza la necesidad de que sea obligatoria en todas las fuentes laborales por el bienestar.

**KEYWORDS**

Rule, prevention, psychosocial, work stress, Laboral inability, telecommuting, emotional salary.

**Abstract**

On September 23, 2018, the Ministry of Labor and Social Welfare published in the DOF, a standard called Official Mexican STANDARD NOM-035-STPS-2018, Psychosocial risk factors at work-Identification, analysis and prevention, and this The instrument aims to safeguard the emotional health of Mexican workers, promoting an adequate favorable organizational environment.

Currently, the productivity of companies has been decreased due to psychosocial problems of workers and this was a consequence of excessive workloads, rotation of work days, relegation of activities in the company, etc., for this reason it was necessary to design instruments called guides and these instruments are applied within the workplace in order to measure the organizational climate.

Currently, the productivity of companies has been decreased due to psychosocial problems of workers and this was a consequence of excessive workloads, rotation of work days, relegation of activities in the company, etc., for this reason it was necessary to design instruments called guides and these instruments are applied within the workplace in order to measure the organizational climate.

**Introducción**

Los factores que pueden causar estrés en el lugar de trabajo se denominan peligros psicosociales. “En 1984, la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) definieron los riesgos psicosociales como “las interacciones entre el medioambiente de trabajo, el contenido del trabajo, las condiciones de organización y las capacidades, las necesidades y la cultura del trabajador, las consideraciones personales externas al trabajo que pueden, en función de las percepciones y la experiencia, tener influencia en la salud, el rendimiento en el trabajo y la satisfacción laboral” (OIT, 2017, p13).

Las relaciones laborales y los riesgos psicosociales tienen una relación constante, sin embargo, se debe de diferenciar entre los factores psicosociales y los factores psicosociales de riesgo, los primeros son descriptivos, aluden a la estructura organizacional, a las condiciones psicosociales del trabajo como la cultura corporativa, el clima laboral, el estilo de liderazgo o el diseño del puesto de trabajo, factores que como tales pueden ser positivos o negativos, los segundos son predictivos, se refieren a las condiciones organizacionales cuando tienen una probabilidad de tener efectos lesivos sobre la salud de los trabajadores, cuando son elementos con probabilidad de afectar negativamente la salud y el bienestar del trabajador, cuando actúan como factores desencadenantes de la tensión y el estrés laboral. (Moreno, 2017).

En México el panorama psicosocial no es muy distinto, lo anterior se ve plasmado en el artículo 2 de la Ley Federal del trabajo que a la letra dice:

“Las normas del trabajo tienden a conseguir el equilibrio

entre los factores de la producción y la justicia social, así como propiciar el trabajo digno o decente en todas las relaciones laborales” (LFT, 2019, p.1).

Los factores de riesgo psicosocial en México han sido recientemente incorporados a la legislación, entre ellos se puede mencionar el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, dicho ordenamiento establece la necesidad de regular el diagnóstico, detección, tratamiento y reducción de los factores de riesgo psicosocial para lograr la salud en el trabajo y la inclusión de sus efectos en la tabla de enfermedades de trabajo. Posteriormente, la Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, señala entre los factores de riesgo psicosocial: las condiciones peligrosas, las cargas excesivas, la baja posibilidad de influir, las jornadas que sobrepasan la duración prevista en la Ley Federal del Trabajo del año 2012, la interferencia trabajo-familia, el liderazgo y las relaciones negativas en el trabajo.

En el ámbito internacional los riesgos psicosociales son reconocidos como riesgos de trabajo que dañan al personal como lo señalan la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud, y estos plantean desafíos de calidad, productividad y sustentabilidad, asociados a las condiciones del ambiente físico, psicosocial y de la organización del trabajo, así como del entorno natural y social. Es necesario abordar el estudio y aplicación de procesos de mejora basados en esfuerzos unidos desde una gestión integral, como lo han propuesto algunos organismos internacionales, entre ellos la Organización Internacional de Normalización (Carrión 2021).

Los factores psicosociales están presentes en todas las organizaciones con resultados positivos o negativos. La cultura, el liderazgo o el clima organizacional pueden

generar excelentes o pésimas condiciones de trabajo con consecuencias positivas o negativas para la salud de los trabajadores. (Moreno, 2015).

Se define como riesgo psicosocial

“las interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, así como la satisfacción en el trabajo y las condiciones de organización, teniendo en cuenta las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo que pueden influir en el estado de salud y bienestar de las personas, hasta determinar su nivel de rendimiento, además de su satisfacción en el trabajo” (Solís, 2022, p 73).

### ¿Qué son los factores de riesgo psicosocial?

La Psicología es la disciplina técnica de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL) que se ocupa de las condiciones de trabajo relacionadas con la organización del trabajo, con el contenido y la ejecución de las tareas y con las relaciones interpersonales y los contextos en los que se desarrolla el trabajo (Otero, 2022).

Las condiciones psicosociales están presentes en las empresas grandes, medianas o pequeñas, por ejemplo, todos los puestos de trabajo tienen un determinado nivel de carga de trabajo, que puede ser elevada, baja, ajustada, constante, imprevista, aleatoria, fácil, compleja, etc., y todo trabajo se lleva a cabo en una dimensión temporal que marca qué días, a qué horas, con qué descansos, si hay turnos o no, a qué velocidad se trabaja, etc.

Los factores de Riesgo Psicosocial: Aquellos que pueden provocar trastornos de ansiedad, no orgánicos del ciclo sueño-vigilia y de estrés grave y de adaptación, derivado de la naturaleza de las funciones del puesto de trabajo, el tipo de jornada de trabajo y la exposición a acontecimientos traumáticos severos o a actos de violencia laboral al trabajador, por el trabajo desarrollado. Comprenden las condiciones peligrosas e inseguras en el ambiente de trabajo; las cargas de trabajo cuando exceden la capacidad del trabajador; la falta de control sobre el trabajo (posibilidad de influir en la organización y desarrollo del trabajo cuando el proceso lo permite); las jornadas de trabajo superiores a las previstas en la Ley Federal del Trabajo, rotación de turnos que incluyan turno nocturno y turno nocturno sin períodos de recuperación y descanso; interferencia en la relación trabajo-familia, y el liderazgo negativo y las relaciones negativas en el trabajo. (NOM 035, 2018).

### Obligaciones de los trabajadores en la NOM-035-STPS-2018

El trabajo es una actividad que caracteriza al ser humano desde que ha sido capaz de organizarse, situándose como el agente principal para llevar a cabo las actividades y tareas necesarias para alcanzar objetivos de manera conjunta. Al

mismo tiempo que se convierte en beneficiario de este proceso, al generar los bienes y/o servicios que serán puestos a su disposición (García, 2024).

Los trabajadores tienen la obligación de observar las medidas de prevención y, en su caso, de control que dispone la norma, así como las que establezca el patrón para: controlar los factores de riesgo psicosocial, colaborar para contar con un entorno organizacional favorable y prevenir actos de violencia laboral. (NOM, 2018). Lo anterior no es ajeno a nuestra legislación vigente ya que en el artículo 134 de la ley federal del trabajo se regula que el trabajador debe de cumplir con las normas del trabajo y observar las disposiciones de los reglamentos. (LFT, 2023).

Las organizaciones se integran por una gran estructura de personas, quienes presentan diversos tipos de comportamientos, actitudes y creencias que permean su interacción; por lo cual resulta conveniente lograr buenas relaciones interpersonales que incidan en el mantenimiento de un buen clima organizacional dentro de cualquier organización. Las organizaciones siempre deben procurar la conservación, sostenimiento y optimización de las relaciones interpersonales, ya que ello repercute en la generación de entornos más motivacionales para los empleados (Pérez, 2018).

### Obligaciones del patrón en la NOM-035-STPS-2018.

El riesgo psicosocial es:

“Aquello que pueden provocar trastornos de ansiedad, no orgánicos del ciclo sueño-vigilia y de estrés grave y de adaptación, derivado de la naturaleza de las funciones del puesto de trabajo, el tipo de jornada de trabajo y la exposición a acontecimientos traumáticos severos o a actos de violencia laboral al trabajador, por el trabajo desarrollado” (Cotonieto, 2023, p. 503).

Condiciones peligrosas e inseguras en el ambiente de trabajo, se pueden ver reflejadas en:

- Cargas de trabajo excesiva, en relación con la capacidad del trabajador.
- Limitaciones para influir en cómo organizarse y desarrollar su trabajo cuando es posible.
- Jornadas laborales superiores a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo.
- Rotación de turnos nocturnos que no permitan la recuperación y descanso.
- Interferencia en la relación trabajo-familia.
- Prácticas de liderazgo negativo.
- Relaciones laborales negativas.

Como antecedente en fecha 23 de octubre de 2018 la Secretaría de Trabajo y Previsión Social publicó en el Diario Oficial de la Federación la NOM-035 la cual tiene como objetivo establecer los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para

promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo; su campo de aplicación es a todos los Centros de Trabajo de México (NOM, 2018). Derivado de lo anterior se mencionan las obligaciones de los patrones de acuerdo a la norma analizada:

1. Establecer por escrito, implantar, mantener y difundir una política de prevención de riesgos psicosociales.
2. Identificar y analizar los factores de riesgo psicosocial.
3. Evaluar el entorno organizacional.
4. Adoptar las medidas para prevenir y controlar los factores de riesgo psicosocial, promover el entorno organizacional favorable, así como atender las prácticas opuestas al entorno organizacional favorable.
5. Identificar a los trabajadores que fueron sujetos a acontecimientos traumáticos severos durante o con motivo del trabajo y canalizarlos a su atención a una institución de seguridad social, privada o al médico del centro de trabajo de la empresa.
6. Practicar exámenes médicos y evaluaciones psicológicas a los trabajadores expuestos a violencia laboral y/o a los factores de riesgo psicosocial, cuando existan signos o síntomas que denoten alguna alteración a su salud y el resultado de la identificación y análisis de los factores de riesgo psicosocial.
7. Difundir y proporcionar información a los trabajadores sobre el diagnóstico, políticas, medidas y mecanismos para la identificación, prevención y análisis de los factores de riesgo psicosocial.
8. Llevar registros sobre todos los procedimientos en atención a la identificación, prevención y análisis de los factores de riesgo psicosocial.

Los factores psicosociales de riesgo son, en suma, condiciones que al combinarse con el trabajador pueden detonar la aparición del estrés laboral, el cual como sabemos es antecedente de enfermedades relacionadas con el trabajo y también de accidentes e incidentes en el trabajo. Dichas condiciones al manifestarse de forma reiterada pueden aparecer como parte del clima laboral y la cultura organizacional, afectando las relaciones interpersonales en el trabajo, así como aspectos ergonómicos del trabajo y del puesto ( Pando, 2017).

### **Campo de aplicación de la NOM-035-STPS-2018**

El campo de aplicación del referido instrumento puede ser tanto en empresas públicas como privadas. La aplicación de los requisitos de la norma depende del número de trabajadores con el que cuente el centro de trabajo; se identifican las siguientes categorías:

a. Hasta 15 trabajadores, no aplica el capítulo 7. “Identificación y análisis de los factores de riesgo psicosocial, y evaluación del entorno organizacional”, es

importante usar la guía I.

b. La empresa que tiene 16 a 50 trabajadores, su aplicación parcial del capítulo 7. Se identificará y analizarán los factores de riesgo psicosocial pero no hay obligatoriedad para evaluar el entorno organizacional, es importante usar la guía I, II Y V.

c. Una empresa que tiene más de 50 trabajadores. De acuerdo con esta clasificación la norma contempla exclusiones de cumplimiento, es importante usar la guía I, III y V.

El propósito de prevenir eficaz y adecuadamente intervenciones que hagan frente a las tendencias y nuevas orientaciones que direccionan las cuestiones relacionadas con los riesgos psicosociales, es necesario mantener un compromiso total y absoluto desde la alta dirección de las organizaciones, así como disponer de los recursos específicos y suficientes; ya que ello permitirá identificar, analizar y valorar la probable causa (Muñoz, 2018).

Las MIPYMES mexicanas no están preparadas para cumplir esta nueva micropolítica laboral, dada la crisis económica generada por el COVID-19. Además, la STPS no realiza suficiente supervisión y vigilancia de que las empresas cumplan con la NOM-035 (Gamez ,2021).

### **Fundamento legal de la NOM- 035-STPS-2018**

El artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) señala que “toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil”, para lo cual - establece el citado artículo-, “se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo”, conforme a lo que establezca la CPEUM y demás normatividad aplicable. Como se puede observar, lo anterior se relaciona con el objetivo de la NOM-035, que, entre otros aspectos, busca promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo ( Duarte, 2021).

En el mismo orden de ideas, el artículo 2º de la Ley Federal del Trabajo (LFT) establece que “las normas del trabajo tienden a conseguir el equilibrio entre los factores de la producción y la justicia social, así como propiciar el trabajo digno o decente en todas las relaciones laborales” (LFT,2019, p.2). En este sentido el citado artículo expone que:

Se entiende por trabajo digno o decente aquél en el que se respeta plenamente la dignidad humana del trabajador; no existe discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil; se tiene acceso a la seguridad social y se percibe un salario remunerador; se recibe capacitación continua para el incremento de la productividad con beneficios compartidos, y se cuenta con condiciones óptimas de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo

(LFT, 2019).

Las Normas Oficiales Mexicanas deberán ser redactadas y estructuradas de acuerdo con lo previsto en la ley y en su Reglamento. Cada Norma Oficial Mexicana deberá contener el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad aplicable conforme al nivel de riesgo o de protección necesarios para salvaguardar los objetivos legítimos de interés público que pretende atender. Para los temas identificados en el Programa o en su suplemento que incidan en el ámbito de competencia de diversas Autoridades Normalizadoras, éstas deberán seguir el mecanismo de coordinación determinado por la Comisión, así como trabajar de manera conjunta en la propuesta, anteproyecto y proyecto de la Norma Oficial Mexicana correspondiente, en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley, buscando que exista una sola Norma Oficial Mexicana por sector o materia. (LIC, 2020).

Para la aplicación y correcta interpretación de la NOM-035, resulta necesario que los responsables de las organizaciones consulten las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y la Norma Mexicana, vigentes, o las que las sustituyan, tales como: la NMX-R-025-SCFI-2015; la NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene; la NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades; y la NMX-R-025-SCFI-2015, Igualdad Laboral y No Discriminación. (Vega, 2021).

### Aspectos no contemplados.

Con la pandemia del SARS-CoV-2, COVID-19 o coronavirus, miles de personas tuvieron que seguir trabajando desde sus casas, las estimaciones preliminares de la OIT indican que en América Latina y el Caribe, el peor momento de la crisis sanitaria, en el segundo trimestre de 2020, donde unos 23 millones de personas transitaron hacia el teletrabajo en la región, derivado de lo anterior se implementó la subordinación denominada TELETRABAJO (Robles, 2023).

En primer término, se concibe al teletrabajo como el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles y de escritorio) para trabajar fuera de las instalaciones del empleador. Este debe ser realizado en un lugar diferente al establecimiento principal del empleador, se facilita la comunicación gracias a las TIC, puede ser realizado en línea o fuera de línea, es decir, con conexión informática o sin ella, y se puede organizar de manera individual o colectiva. (OIT, 2021).

La pandemia de COVID-19 propició que México se convirtiera en el país con mayor nivel de estrés laboral en el mundo, pues el 60 por ciento de las personas que trabajan lo padecen a consecuencia de factores como horario y entorno laboral, agravados por el home office, de acuerdo con el estudio "Estrés Laboral en México", realizado en septiembre del 2021, emitido por la Asociación de Internet MX y

OCCMundial. (Moguel, 2021).

La modalidad del home office o teletrabajo, utilizada en mayor medida con la pandemia del COVID-19, trajo como consecuencia el nuevo fenómeno: el estrés laboral en casa, ya sea por la falta de pericia en el uso de la tecnología, por no administrar correctamente el tiempo o por el abuso en las jornadas de trabajo de los trabajadores sin desconexión del mundo laboral, esto provocó un aumento de estrés laboral, la fatiga laboral debe considerarse un factor muy importante a medir para prevenir enfermedades como el estrés laboral y otras enfermedades asociadas.

Las organizaciones se integran por una gran estructura de personas, quienes presentan diversos tipos de comportamientos, actitudes y creencias que permean su interacción; por lo cual resulta conveniente lograr buenas relaciones interpersonales que incidan en el mantenimiento de un buen clima organizacional dentro de cualquier organización. (Perea, 2018).

La intervención de un salario emocional debe centrarse en los tres niveles para abordar el manejo de emociones en el trabajo:

1. Prevención primaria: modifica o elimina las fuentes de emociones negativas presentes en el ambiente laboral, orientándose hacia el cambio organizacional y se centra en una serie de actividades como rediseño de las tareas, horarios de trabajo flexibles, hacer partícipe al trabajador/a de su desarrollo de carrera.

2. Prevención secundaria: se focaliza en el desarrollo de la autoconciencia y entrenamiento en habilidades y destrezas de los trabajadores/as y equipos de trabajo para lograr experimentar emociones más saludables.

3. Prevención terciaria que consiste en programas específicos de tratamiento para recuperar al trabajador/a de los múltiples efectos que causa la experimentación constante de emociones negativas derivadas del entorno laboral (Cázares, 2022).

La promoción de la salud en el lugar de trabajo tiene múltiples beneficios, como la mejora de la salud de los trabajadores, la disminución de la accidentabilidad, el aumento de la productividad empresarial, la mejora del clima laboral, la motivación y la participación, la retención de talento y la disminución de la rotación de personal entre otras. En los resultados de las encuestas se pudo llegar a una conclusión interesante, que las empresas no tienen una participación de los trabajadores en la PRL (Jiménez, 2024).

### Conclusiones

El presente trabajo hizo un análisis de la NOM-035-STPS-2018 y demostró que referido instrumento es una herramienta preventiva, su finalidad es que las empresas identifiquen los factores de riesgo psicosocial a los trabajadores que están a la exposición de situaciones que pudiesen alterar un correcto entorno organizacional.

La NOM-035-STPS-2018 está diseñada por dependencias gubernamentales e instituciones educativas y el sector laboral privado y tiene el objetivo de lograr mejorar un buen ambiente de trabajo y aumentar la productividad dentro de la empresa del sector privado o público.

Una relación laboral debe de ser de calidad tal como se enuncia en la Ley Federal del Trabajo y la referida NOM de análisis, por tal motivo es de suma importancia que al momento de concretar un contrato individual de trabajo se analicen la variedad de capacidades de los trabajadores a efecto de no asignar afectaciones a las habilidades cognoscitivas, de igual manera evitar la integridad emocional del trabajador. La correcta aplicación de la NOM-035-STPS-2018 evitará afectar la productividad debido a las constantes incapacidades de los trabajadores por el estrés.

La narrativa descrita en el presente trabajo demuestra que la NOM-035-STPS-2018 necesita ser aplicada en cualquier fuente de trabajo para proteger la integridad de los trabajadores, aun sea una pequeña empresa con 2 trabajadores y en caso de incumplimiento debe de tener una penalidad ya sea cárcel o multas, lo anterior con el objetivo de realizar un medio de coacción a las empresas para la protección de la fuerza laboral.

Es importante exhortar al congreso a efecto de promover más acciones encaminadas a reformar la Ley Federal del Trabajo e incluir la NOM-035-STPS-2018 en un capítulo especial y que esta sea de observancia general en nuestro país, de igual manera esta norma puede ser elevada a rango constitucional y ser insertada en el artículo 123 de nuestra carta magna. Es importante analizar las normas de trabajo actuales y adecuarlas ante los retos sociales y psicológicos que pudiera enfrentar la base productiva de la nación.

### Contribución de los autores

SIML, análisis y redacción.

### Financiamiento

Ninguno.

### Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

### Presentaciones previas

Ninguna.

### Referencias

1.-Carrión (2017). Factores psicosociales del personal de una organización educativa y su relación con desgaste psíquico. vol. 35, núm. 130, pp. 115-130, 2021 Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica.

2.- Cotonieto (2023) Identificación y análisis de factores de

riesgo psicosocial según la NOM-035-STPS-2018 en una universidad mexicana. JONNPR vol.6 no.3 Madrid mar. 2021 Epub 13-Nov-2023.

3.- Cázares (2024) La inclusión del salario emocional en México Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención. Vol.11, Núm. 1, pp. 602-624 - ISSN 2027-5528.

4.-Duarte (2021) Perspectivas y retos de la NOM-035-STPS-2018 para la atención de riesgos psicosociales y la promoción de entornos organizacionales favorables en México. México.

5.- García (2024) Salud mental en el trabajo: un camino hacia el equilibrio Vol. 24 Núm. 6 (2023).

6.- Gámez (2021) El estrés y su incidencia en el clima laboral en los servidores públicos del GAD cantón Tosagua periodo 2021, editorial Calceta: ESPAM MFL.

7.- Jiménez (2024) Aplicación de la estadística descriptiva al estudio de caso: la prevención del riesgo laboral (PRL) en las empresas de la Ciudad de México y periferia después de la pandemia por COVID-19. Universidad Rosario Castellanos, México.

8.- Ley de la Infraestructura de la Calidad (2020).

9.- Ley Federal del trabajo,2012.

10.- Ley Federal del Trabajo, 2019.

11.- Ley Federal del Trabajo, 2023.

12.- Moguel, Y. (2021). México es el país con mayor estrés laboral y sí: la pandemia le dio un 'empujoncito'. México.

13.- Moreno (2017). Factores de riesgo psicosocial como predictores del bienestar laboral: un análisis SEM.

14.- Moreno J. (2015) Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales.

15.- Muñoz (2018) Riesgo psicosocial: tendencias y nuevas orientaciones laborales. Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia.

16.- NOM-2018-STPS.

17.- OIT. (2017). Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo 2016). Recuperado de [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms\\_556028.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_556028.pdf).

18.- Organización Internacional del Trabajo,2021

19.- Otero (2022) Inteligencia emocional en la formación del profesorado de educación infantil y primaria, *Perspect. educ.* vol.61 no.1 Valparaíso ene. 2022.

20.- Pando (2017) *Temas de investigación en salud ocupacional*. ISBN 978-607-97488-2-1, primera edición 2017, México. Recuperado [https://www.piensoenlatinoamerica.org/storage/pdf-magazines/1631901713-Temas%20Investigaci%C3%B3n%20en%20Salud%20Ocupacional%20\(2017\).pdf#page=86](https://www.piensoenlatinoamerica.org/storage/pdf-magazines/1631901713-Temas%20Investigaci%C3%B3n%20en%20Salud%20Ocupacional%20(2017).pdf#page=86).

21.- Perea (2018) *Relaciones interpersonales en el clima laboral de la universidad tecnológica del Chocó* Diego Luis Córdoba.

22.- Pérez (2018) *Relaciones interpersonales en el clima laboral de la universidad tecnológica del Chocó* Diego Luis Córdoba. *Rev.Ces derecho* vol.9 no.1 Medellín Jan./June 2018.

23.- Robles (2023) *El estrés laboral y el teletrabajo en México con la pandemia*, *Estudios de Derecho*, 80 (176), 39-54.

24.- Solís B. (2022) *El impacto de los factores de riesgo psicosocial en trabajadores del sector industrial*. vol.7 no.20 *Hermosillo may./ago. 2022 Epub 11-Nov-2022*. Universidad Nacional Autónoma de México.

25.- Vega (2021) *Perspectivas y retos de la NOM-035-STPS-2018 para la atención de riesgos psicosociales y la promoción de entornos organizacionales favorables en México*. vol.6 no.17 *Hermosillo may./ago. 2021 Epub 22-Nov-2021*.

## Instrucciones para autores

Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo REMCID es el órgano oficial de la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz. Acepta para publicación artículos originales, de revisión, especiales, consensos, cartas científicas, y cartas al editor. La revista publica dos números al año, de manera semestral, con carácter académico que incluye resultados de investigaciones con contenidos distintos.

El Comité Editorial evalúa los trabajos recibidos mediante dictamen tipo doble ciego, es decir omitiendo el nombre del autor o autores y conservándose tanto su anonimato como el del dictaminador. Todos los artículos enviados que se inscriban dentro del perfil temático de la revista serán considerados, sin que ello implique obligatoriedad de su publicación ni devolución del material enviado. Únicamente se recibirán documentos apegados a las instrucciones para autores. La dirección de la revista se reserva el derecho de realizar los cambios editoriales necesarios. Las aportaciones originales que son aceptadas por el Comité Editorial serán publicadas y pasarán a ser propiedad de la revista. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial, sin la autorización por escrito de los editores. Los trabajos deberán enviarse a: remcid@utgz.edu.mx

### Preparación y envío de manuscritos

1. Los manuscritos deberán enviarse a través del correo electrónico a: remcid@utgz.edu.mx
2. Todo el trabajo (incluyendo página frontal, resúmenes y títulos de figuras) deberá estar escrito en la plantilla sin modificar los márgenes y formato en general.
3. **Página frontal**

Deberá contener:

- *Título del trabajo*: breve y descriptivo.
- *Autores*: serán mencionados con nombre completo o utilizando el formato de guión en los apellidos.
- *Filiaciones*: serán referidas con números (1, 2, 3,) como superíndices. Ejemplo: Rodrigo Rosas<sup>1</sup>, Victoria Zarco<sup>2</sup> y Humberto Estrella-Espinoza<sup>3\*</sup> Las filiaciones (institución donde obtuvo su grado de estudios o bien lugar donde labora) se deberán colocar en el orden siguiente: facultad y/o universidad / ciudad, provincia y país. No se colocarán cargos académicos ni laborales en las filiaciones de los autores.

- *Correspondencia*: Se pondrá asterisco en el autor para correspondencia. Asimismo deberá anotar un correo electrónico.

### 4. Resúmenes estructurados

Para artículos originales, de revisión, especiales y cartas científicas, el resumen debe estar escrito en español e inglés estructurado como sigue:

Español	Inglés
Resumen	Abstract
Palabras clave	Keywords

Deberán ser escritos en forma concreta, el cual presente una síntesis adecuada del trabajo.

- No usar citas bibliográficas.
- Serán concisos (máximo 250 palabras).
- En la sección de palabras clave y keywords se anotarán de 3 a 6 palabras clave.
- Los decimales se escribirán con punto (.).
- Las unidades de miles se escribirán sin coma, solo con separación.

### 5. Formato del cuerpo del manuscrito

5.1 Artículo original o revisión: máximo 20 páginas.

Constará de los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusiones
6. Contribución de los autores
7. Financiamiento
8. Conflicto de intereses
9. Presentaciones previas
10. Referencias
11. Tablas, figuras, imágenes, diagramas, gráficos, con título

Las abreviaturas serán explicadas la primera vez que se empleen y se utilizarán a lo largo de todo el manuscrito.

En el caso de artículos de revisión, la introducción puede contener implícitamente métodos, resultados y discusión. De igual forma se puede considerar la estructura marcada en el punto 5.1.

5.2 Carta científica: máximo 10 páginas.

1. Introducción
2. Presentación
3. Discusión
4. Referencias
5. Tablas, figuras, imágenes, diagramas, gráficos, con título Títulos de tablas

### 6. Financiamiento y conflicto de intereses

Podrán llevar los apartados que el autor disponga.

**Financiamiento** (obligatorio): si no hay se pondrá "No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo".

**Conflicto de intereses** (obligatorio): si no lo hay, se pondrá la siguiente frase: El/Los autor(es) declara(n) no tener conflicto de intereses.

**Agradecimientos** (opcional).

### 7. Referencias

Se ordenarán y enumerarán por orden de aparición en el texto, con la acotación respectiva en superíndice, deben ir antes de los signos de puntuación si es el caso.

Las referencias se presentarán en formato APA con límite para artículos originales de 25 a 30; en artículos de revisión de 25 a 35; en artículos especiales de 20 a 25 y en cartas científicas de 15 a 20 citas bibliográficas.

### 8. Tablas y figuras

- Se identificarán en forma progresiva con números arábigos de acuerdo con el orden de aparición en el texto.
- Los títulos deberán ir en su parte superior (encabezado), indicando el número de la figura correspondiente (con arábigos) y señalando al final, por orden alfabético, las abreviaturas empleadas, con su definición correspondiente.
- Las figuras se deben entregar en formato TIFF, JPG, GIF, PNG, en alta resolución (300 dpi o más). No se aceptan archivos en PDF.
- Entre figuras y tablas no debe exceder de 10.

### 9. Motivos de rechazo

El incumplimiento de estas normas podrá ocasionar el rechazo del trabajo en cualquier momento del proceso editorial.