

# 3er. Encuentro Regional de Jóvenes Investigadores

## Rumbo a la Formación de Recursos Humanos con Talento para la Investigación

Patricio Ávila Rojas  
Alfonso Padilla Vivanco  
Eduardo Rangel Cortés  
Coordinadores

Noviembre 2016

## Directorio

**Dra. Concepción Gómez Juárez**

Directora General

**Mtro. Juan Arturo Vega Torres**

Director Académico

**Mtro. Patricio Ávila Rojas**

Subdirector de Investigación y Posgrado

## Coordinadores Generales

Dr. Alfonso Padilla Vivanco	Universidad Politécnica de Tulancingo
Dr. Eduardo Rangel Cortes	Escuela Superior de Cd. Sahagún UAEH
Mtra. Luz María Vega Sosa	Universidad Politécnica de Tulancingo
Mtro. Patricio Ávila Rojas	Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo

## Comité Revisor

Dra. Teresa Romero Cortes	Dr. Manuel Alejandro Robles Acevedo
Dr. Jaime Alioscha Cuervo Parra	Mtra. Marisol Lagos Muñoz
Dr. Víctor Hugo Pérez España	Dra. Lis Tamayo Rivera
Dr. Arturo Hernández Hernández	Dra. Ariadna Sánchez Castillo
Dr. José Alfredo Pescador Rojas	Dr. Pablo Antonio López Pérez
Dr. José de Jesús Pelayo Cárdenas	Dr. Alejandro Morales Peñaloza
Dr. Emmanuel Vallejo Castañeda	Dra. Ma. Del Pilar Gutiérrez Amador
Dra. Gisela Yamín Gómez Mohedano	Dr. Julio Valle Hernández

## Comité Editorial

Dra. Edna María Hernández Domínguez	Mtro. Erik Gómez Hernández
Mtra. María del Carmen Ávila Ramírez	

## Memoria

### Tercer Encuentro Regional de Jóvenes Investigadores

#### e-book

*“Rumbo a la formación de recursos humanos con talento para la investigación”*

#### Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo

Carretera Apan-Tepeapulco km 3.5, colonia Peñitas, CP 43900

**ISBN: 978-607-97370-0-9**

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de sus autores. En la edición de esta publicación se adecuaron los documentos originales a las características editoriales de la institución, respetando la redacción de los autores.

Coordinadores

UPT, UAEH, UTT, ITESA, CITNOVA

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el consentimiento expreso del ITESA



## PRESENTACIÓN

Como estrategia para impulsar el emprendimiento científico y tecnológico en el estado de Hidalgo y con ello generar empleos y empresas de base tecnológica; el Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (CITNOVA) organiza anualmente Encuentros Regionales de Jóvenes Investigadores con el propósito de dar a conocer las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que realizan las instituciones de educación superior, propiciando el intercambio de ideas con investigadores en activo. Con lo anterior se impulsa a los jóvenes investigadores que tienen un buen desempeño para insertarlos en la planta productiva del estado.

Durante el mes de agosto del presente año se llevaron a cabo cuatro encuentros regionales de jóvenes investigadores en las regiones de Pachuca, Huejutla, Valle del Mezquital y Tulancingo – Apan, con el objetivo de identificar y evaluar a los mejores proyectos de investigación que representaran al Estado de Hidalgo en el 3er. Congreso Interinstitucional de Jóvenes Investigadores, a celebrarse en la Universidad Autónoma de Guanajuato, del 26 al 28 de octubre de 2016.

El Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo (ITESA) fue sede de la región Tulancingo – Apan presentando en 5 de las 7 mesas temáticas 42 proyectos desarrollados por estudiantes de la Universidad Politécnica de Tulancingo, Universidad Tecnológica de Tulancingo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y del ITESA. El comité evaluador seleccionó de estos a los 21 mejores trabajos los cuales se incorporaron al presente e-book en las siguientes temáticas:

- Biotecnología y Ciencias Agropecuarias
- Ciencias Sociales
- Humanidades y Ciencias de la Conducta
- Ingenierías
- Medicina y Ciencias de la Salud

A continuación se presentan por capítulos para cada una de estas mesas de trabajo, las ponencias que fueron seleccionadas; agradeciendo a los autores, asesores de proyecto y autoridades educativas de las instituciones proponentes, así mismo de manera especial hacemos un reconocimiento a las instituciones organizadoras y revisoras por el apoyo brindado para la realización del 3er. Encuentro Regional de Jóvenes Investigadores y de este trabajo.

El Comité Organizador

## ÍNDICE

### **Biotecnología y Ciencias Agropecuarias**

1. Evolución de los principales grupos microbiológicos que afectan la calidad del queso de aro (ranchero) durante su conservación 8
2. Elaboración de galletas adicionadas con harina de oca colorada (oxalis tuberosa) 20
3. Espumas sólidas a partir de almidón y fibra de maguey (agave spp), para uso en la industria alimentaria 28
4. Elaboración y caracterización de productos alimenticios a base de capulín (Prunus Serótina) 37
5. Identificación, extracción y caracterización de aromas a partir de fuentes microbianas para su uso en la industria alimentaria 48
6. Estudios reológicos, toxicológicos y de vida de anaquel de productos de panificación adicionados con xilanas (SRXL1) producida por Sporisorium reilianum 56
7. Elaboración y caracterización de un ablandador y sazónador adicionado con enzimas de origen microbiano para su uso en la industria cárnica 65

### **Ciencias Sociales**

1. Altered Time 77

### **Humanidades y Ciencias de la Conducta**

1. Análisis económico-cultural del sector alfarero en el municipio de Tepeapulco Hidalgo 86
2. Medición del impacto de los servicios de salud en la región del altiplano hidalguense 95
3. Análisis de los niveles de estrés laboral en el personal académico del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo 104
4. Análisis de tiempos y movimientos de la empresa "Bombardier Transportation México, S. A. de C. V." 114
5. La participación y satisfacción laboral de la mujer en el área de producción de Gerdau Corsa 123

### **Ingenierías**

1. Mano mecánica 132
  2. Sonar de Batman 142
  3. Software que ayude a efectuar la comunicación de personas con enfermedades neurodegenerativas utilizando una interfaz humano-computadora 154
- 

4.	Sayab Block	165
5.	Implementación de fibra artificial para mejorar la resistencia del block macizo de cemento	174
6.	Máquina de limpieza de cebada para malta mediante cribas	183
7.	Chaac	193

### **Medicina y ciencias de la salud**

1.	“Saving the heart” (Salvando el corazón)	202
----	--	-----



# Biotecnología y Ciencias Agropecuarias



# Evolución de los principales grupos microbiológicos que afectan la calidad del queso de aro (ranchero) durante su conservación



Autores:

Blanca Estela Herrera García  
Israel Estrada García  
Lucía Fuentes Jiménez

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo



Universidad de la Huasteca  
Hidalguense

[lfuentes@itesa.edu.mx](mailto:lfuentes@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio del comportamiento de queso de Aro durante su almacenamiento con el fin de obtener nuevo conocimiento acerca del tiempo de consumo óptimo. Para ello se han muestreado dos industrias, tomando muestras de cuatro lotes (días) distintos de elaboración. Los quesos una vez muestreados se han mantenido en el envase original a 28°C. Los quesos se han analizado en los días 1, 7, 14 y 21 de conservación, determinándose los principales grupos microbiológicos: enterococos, flora aerobia mesófila viable, lactobacilos termófilos, lactobacilos mesófilos, lactococos termófilos, lactococos mesófilos, mohos y levaduras, coliformes y *E. coli*. En los tres primeros no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, se observaron diferencias ( $p < 0.05$ ) en los lactobacilos mesófilos, lactococos termófilos, lactococos mesófilos, mohos y levaduras, coliformes y se encontraron en un rango de 6.44-8.28, 7.30-8.72, 8.02-8.33, 2.25-4.99, 2.12-6.45, respectivamente. Las muestras dieron negativo para el *E. coli*.

**Palabras clave:** Queso, Microbiológico, Calidad, Evolución.

## INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es un alimento indispensable, de gran demanda por su alto valor nutricional que se ve reflejado en sus componentes [1].

En la actualidad van apareciendo modernas queserías con grandes capacidades de producción donde se fabrican quesos muy estandarizados en líneas mecanizadas y automatizadas, no obstante los artesanales, constituyen un equilibrio frente a las grandes empresas, en cuanto a la variedad de quesos, aromas y sabores más naturales, puesto que estos mismos ofrecen una serie de matices organolépticos al consumidor que no pueden ofrecer los quesos normalizados de las grandes fábricas [2]. Actualmente los quesos frescos han sido los más consumidos en México, pues cumplen con las exigencias del paladar humano al ser blandos, salados y sin madurar, no funden cuando son calentados, por lo cual son utilizados mayormente en los platillos tradicionales [15]. Sin embargo al ser un alimento muy completo y rico en nutrientes, pasa a ser un medio ideal para el crecimiento de microorganismos [13]. Adicionalmente, las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA), son aquellas en donde los alimentos actúan como vehículo en la transmisión de organismos y sustancias tóxicas, existen tres tipos principales de enfermedades transmitidas o relacionadas con los alimentos: infecciones, intoxicaciones y toxiinfecciones alimentarias [6], siendo las infecciones alimentarias las más frecuentes [14]. Implicando un serio riesgo para la salud del consumidor, debido a lo anterior, es necesario un manejo adecuado de la leche desde su obtención hasta el consumo, tratando de conservar sus cualidades, de igual manera evitar la contaminación de la misma y el deterioro a través de determinados tratamientos de conservación [13]. Otra desventaja adicional es que la flora microbiana presente en la leche cruda puede influir negativamente de forma importante en la calidad y sabor del queso [4]. Analizar este producto facilita acciones a ejecutar en la mejora de su calidad, permitiendo inducir al aumento en la demanda del queso, dada una mayor aceptabilidad de los consumidores, beneficiando con ello a productores y comercializadores de estos productos.

## OBJETIVOS

### *General*

Evaluar el efecto del almacenamiento en las condiciones usualmente empleadas en el mercado regional (en bolsa y a temperaturas, 25-30°C), sobre diversos grupos microbianos en el queso de Aro de media sal elaborado con leche cruda.

### *Específicos*

Determinar los principales grupos microbianos (BAL, FAMV, coliformes, *E. coli*, enterococos y mohos y levaduras) del queso fresco de aro media sal durante 21 días de almacenamiento, para la obtención de información sobre los posibles peligros sanitarios y los microorganismos alterantes de este producto.

## ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del almacenamiento en las condiciones usualmente empleadas en el mercado regional, sobre diversos grupos microbianos en el queso de Aro de media sal elaborado con leche cruda, este conocimiento permitirá diseñar procedimientos para su estabilización durante el almacenamiento y para la preservación de su calidad, minimizando también riesgos sanitarios en su proceso de elaboración; favoreciendo con ello a productores, comercializadores y consumidores.

## METODOLOGÍA

Para el recuento de microorganismos totales y BAL se realizaron las siguientes actividades: Obtención de las muestras de diferentes expendios de la región huasteca, para ellos se analizaron ocho quesos de aro (ranchero), la cantidad de muestra fue de 500 gr, estos se transportaron conservando una temperatura de refrigeración de 5°C hasta el momento de su análisis [9]. Los recuentos realizados en los diferentes grupos microbianos analizados en el queso de aro (ranchero), fueron analizados en los días 1, 7, 14 y 21 a una temperatura de almacenamiento de 28°C, para simular las condiciones de almacenamiento se colocaron dentro de

una estufa de incubación (Felisa, México). La preparación de la muestra: se homogeneizaron 10 g de muestra en 90 ml de solución de agua peptonada estéril, lo que constituyó la dilución  $10^{-1}$ . A partir de esta se realizaron diluciones decimales consecutivas [9]. En la determinación de diferentes grupos microbianos. BAL; las temperaturas, tiempos y el recuento de colonias para estas bacterias ácido-lácticas se realizaron siguiendo la metodología de Fuentes, 2014 [5]. Las diluciones fueron de  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$ , los lactococos fueron sembrados en agar M17 e incubados a las temperaturas de  $30^{\circ}\text{C}$  durante un periodo de 72 hrs para los mesófilos y  $45^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas para los termófilos, en el caso de los lactobacilos se utilizó el agar MRS bajo las mismas temperaturas y tiempos que las bacterias anteriores. Para los enterococos se realizaron diluciones de las siembras de  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  en medio *Streptococcus KF* vertido en placa, siendo incubados a  $35^{\circ}\text{C}$  durante un periodo de 48 horas, el reporte del análisis se llevó a cabo conforme a la norma establecida [10]. FAMV; se realizaron siembras de las diluciones  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  en medio Plate Count Agar (PCA) vertido en placa, siendo incubados a  $35^{\circ}\text{C}$  durante un periodo de 48 horas, los recuentos de FAMV se llevaron a cabo con base en la NOM-092-SSA1-1994 [9]. Mohos y Levaduras; Las diluciones fueron de  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  en placas deshidratadas PETRIFILM®, incubadas a  $25^{\circ}\text{C}$  durante un periodo de 96 horas, el reporte de este análisis fue con base en la NOM-111-SSA1-1994 [11]. Bacterias coliformes y *Escherichia coli*; Para la prueba presuntiva se inocularon diluciones de  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  en placas deshidratadas PETRIFILM®. Posteriormente, ambas bacterias fueron sembradas e incubadas a  $35^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas, para el conteo se consideraron solo aquellas colonias de color rojo y estuviesen acompañadas con burbujas de gas, se utilizó el mismo método para el *E. coli* con la diferencia que estas fueran color azul-violeta.

Para la expresión de resultados el recuento se realizó dentro de las 2 horas siguientes de su respectivo periodo de incubación. Se seleccionaron las placas en las cuales se desarrollaron entre 30/300 colonias. Los recuentos obtenidos se expresaron como  $\text{Log}^{10}$  de unidades formadoras de colonias (UFC) por g de masa.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, por la prueba de Tukey, con el programa SAS Institute Inc., 2002. SAS/STAT User's Guide, Versión 9, SAS Publishing. SAS Institute Inc., Cary, NC.USA, considerando las 8 muestras analizadas (los cuatro lotes de cada una de las 2 industrias muestreadas), con el fin de detectar si el tiempo de conservación presentó un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) sobre las distintas variables estudiadas en los quesos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los cambios en los recuentos de los diferentes grupos microbianos ( $\log_{10}$  UFC/g) en el queso de aro (ranchero) durante su almacenamiento, simulando las condiciones usualmente empleadas de conservación en la región de la Huasteca Hidalguense, los quesos se incubaron a una temperatura de 28°C, analizados los días 1, 7, 14 y 21.

El comportamiento de los enterococos al día siguiente de su elaboración fue en valores de 7.64  $\log_{10}$  UFC/g, posteriormente descendieron hasta alcanzar un valor de 6.50  $\log_{10}$  UFC/g para la cuarta semana. Sin embargo, no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). En comparación con los resultados de este estudio con el recuento de enterococos en medio *Streptococcus KF* realizado en un queso fresco (cuya cuajada presentaba pH de 5.4 al momento del moldeado) fueron mayores que los resultados obtenidos por Fuentes [5] donde se observaron cantidades de 6.53  $\log_{10}$  UFC/g de muestra en el primer día. La diferencia de los resultados podría deberse a la temperatura de almacenamiento debido a que esta bacteria crece a temperaturas mesófilas [5], la diferencia también podría deberse a la calidad de la leche y las malas prácticas higiénicas de elaboración del queso. Otro factor que puede influir sobre el descenso de los enterococos es la presencia de lactobacilos, pues al incrementarse estos microorganismos, aumenta la producción de ácidos orgánicos (ácido láctico), provocando la disminución de pH hasta un 5.0 a 4.5, siendo el pH ideal de supervivencia para enterococos de 6.0-5.5.

Para el incremento de FAMV a partir de un día después de su elaboración fue constante hasta la segunda semana, iniciando con valores de 7.32  $\log_{10}$  UFC/g a

8.15  $\log_{10}$  UFC/g. Posteriormente, sufrió un decremento hasta 7.74  $\log_{10}$  UFC/g. No obstante, los resultados no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Estos niveles son similares a los observados por Zuñiga [16], en el queso fresco de aro elaborados en la Huasteca Hidalguense, donde se observan valores de 7.6 al día siguiente a su elaboración, este autor menciona en su trabajo que estos altos recuentos se deben a las cantidades elevadas de bacterias ácido lácticas (BAL). Si bien, los quesos artesanales (frescos) presentan altos niveles de FAMV debido a las malas prácticas higiénico-sanitarias, el estado de frescura y a la descomposición del producto [5]. En este caso la diferencia podría deberse a las temperaturas óptimas de crecimiento de estos microorganismos a temperaturas de entre 30-37 °C (FAMV y BAL) [5].

En el recuento de Lactobacilos mesófilos, se incrementaron constantemente hasta la semana dos (8.28,  $\log_{10}$  UFC/g) y posteriormente tuvieron un declive de aproximadamente de una unidad logarítmica. Los resultados son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). El comportamiento de este microorganismo fue semejante al trabajo realizado por Fuentes [5], en la evolución de un queso fresco mexicano, almacenado a una temperatura de 8°C, donde se observaron valores iniciales de 6.34  $\log_{10}$  UFC/g), los cuales se incrementaron a 8.22  $\log_{10}$  UFC/g) y finalmente descendieron cerca de 2 unidades logarítmica. Estos resultados fueron atribuidos a un cambio en los factores de crecimiento microbiano alcanzando la fase de decaimiento en el queso de aro [16]. Los más altos niveles de BAL, en contraste con los otros grupos microbianos y la tendencia en los mismos indicaron que las bacterias ácido-lácticas son el grupo microbiano dominante de este queso durante este periodo de almacenamiento.

Como se observan los valores iniciales de los lactobacilos termófilos son de 5.26  $\log_{10}$  UFC/g. Después, mostró un constante incremento durante los primeros 14 días (de un poco más de dos unidades logarítmicas) y posteriormente disminuyó a 6.31  $\log_{10}$  UFC/g. Los datos no son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Los recuento de lactobacilos termófilos en este estudio al primer día fueron menores a los resultados indicados por Fuentes y Zuñiga [5, 16], en el queso fresco y de aro

respectivamente, donde encontraron valores de 6 unidades logarítmicas, estos resultados podrían estar influenciado por las condiciones de almacenamiento de la leche y elaboración de los quesos, como es la temperatura de conservación (28 °C a la sombra), los lactobacilos termófilos crecen a temperaturas óptimas superiores a los 40 °C.

Los recuentos de lactococos mesófilos muestran que los niveles de BAL tienden a disminuir de acuerdo al tiempo, los valores son estadísticamente significativos, al primer día fueron de 8.32 log<sub>10</sub> UFC/g y posteriormente disminuyeron hasta obtener un valor de 8.02 log<sub>10</sub> UFC/g en el día 21. obteniendo una diferencia significativa (p<0.05). En la caracterización realizada en el queso fresco de aro elaborado en la huasteca hidalguense [16], se observaron valores por debajo (de una unidad logarítmica) de este estudio. Este contraste, podría deberse a la temperatura de almacenamiento y al crecimiento de las bacterias ácido-lácticas lo que provoca un descenso del pH, alcanzando valores de 5 log<sub>10</sub> UFC/g, por efecto de la actividad metabólica la cual se genera grandes cantidades de ácidos orgánicos (ácido láctico), alcanzando su máxima concentración cuando el crecimiento alcanza 10<sup>7</sup> (UFC/g).

El recuento de lactococos termófilos mostró valores de 8.71 log<sub>10</sub> UFC/g al primer día y posteriormente sufrió un decremento a lo largo de todo el análisis obteniendo un valor de 7.30 log<sub>10</sub> UFC/g. Todos los recuentos son estadísticamente significativos (p<0.05). Comparando, los resultados observados en este trabajo con el estudio de queso de aro [15], las evoluciones de BAL obtenidas en M17 muestran que fueron los más elevados (8 log<sub>10</sub> UFC/g), en contraste con las 6 unidades logarítmicas que reportó este autor. Lo cual, indicó que este también fue uno de los grupos dominantes en todas las etapas de almacenamiento.

El comportamiento de los lactococos en este trabajo es similar al que reporta Fuentes [5], y según este autor, esto se debe a las condiciones de almacenamiento de los quesos y al incremento de lactobacilos lo que provoca la disminución del pH del medio, lo que a su vez contribuye al decrecimiento de los lactococos [5].

En cuanto a los recuentos de mohos y levaduras en el queso de aro (ranchero), se observa que al día siguiente de su elaboración los microorganismos se encontraron en valores de  $4.99 \log_{10}$  UFC/g. Posteriormente, descendieron hasta alcanzar un valor de  $2.25 \log_{10}$  UFC/g para el día 21. Todos los recuentos fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ). En el trabajo sobre la caracterización del queso de aro [16], se observó bajos niveles ( $3 \log_{10}$  UFC/g) de esta flora al día siguiente de su elaboración, en comparación a este estudio al primer día de almacenamiento ( $4.99 \log_{10}$  UFC/g). Sin embargo, en el queso fresco tradicional analizado por Fuentes [5], los resultados son similares a este estudio.

Este autor menciona que estos resultados son atribuidos al uso de leche sin pasteurizar y sin la utilización de cultivos iniciadores en la elaboración de estos quesos coincidiendo con lo reportado por Herreros *et al.* [7]. En los recuentos de coliformes (fig. 8) se puede observar el valor logarítmico del día siguiente de su elaboración fue de  $6.45 \log_{10}$  UFC/g, posteriormente, disminuyó de acuerdo al tiempo hasta un nivel de  $2.12 \log_{10}$  UFC/g en el día 21. Todos los recuentos muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). En el queso fresco de aro, como en el queso fresco tradicional analizados al primer día reportado por Zuñiga y Fuentes [16, 5], respectivamente, los recuentos estuvieron por debajo de  $5 \log_{10}$  UFC/g, mientras que en este estudio aumentó una unidad logarítmica, estos resultados se les atribuyó a la deficiencia de higiene en el ordeño y manipulación de la leche, además los altos contenidos de estos recuentos podrían repercutir en la vida útil de los queso.

De igual manera se debe aclarar que las condiciones de almacenamiento que utilizó Fuentes [5], fueron de  $8^{\circ}\text{C}$  para simular las condiciones de almacenamiento usualmente empleadas para el queso de pasta filata, mientras que para este trabajo se simuló las condiciones ambientales en la región de la huasteca hidalguense ( $24.8^{\circ}\text{C}$ , con una máxima de  $31.5^{\circ}\text{C}$ ) [8], lo que podría influir sobre la diferencia en los resultados de ambos trabajos. Sin embargo, cabe destacar que otro factor que podría afectar la diferencia entre resultados, son los factores extrínsecos que

afectan el desarrollo de microorganismos como temperaturas de incubación, calidad de la leche, prácticas higiénicas empleadas, por ejemplo, según Fuentes [5].

De acuerdo con la NOM-243-SSA1-2010 [12], los valores mínimos requeridos según la norma consultada son de <100 UFC/g o ml para coliformes, 100 UFC/g o ml para *E. coli* y 500 UFC/ g o ml para mohos y levaduras, de acuerdo con estos límites los quesos son seguros para el consumo hasta el séptimo día.

**Tabla 1.** Cambios en los recuentos de los diferentes grupos microbianos ( $\log_{10}$  UFC/g) en el queso de aro durante su almacenamiento a condiciones usualmente empleadas en el mercado regional (28 °C).

	Días de almacenamiento			
	1	7	14	21
<b>Enterococos</b>	7.64 ± 0.47	7,18 ± 0.01	7.06 ± 0.03	6.50 ± 0.55
<b>FAMV</b>	7.32 ± 0.07	7.88 ± 0.04	8.16 ± 0.10	7.74 ± 0.34
<b>Lactobacilos mesófilos</b>	6.44 ± 0.64 <sup>b</sup>	7.31 ± 0.59 <sup>ab</sup>	8,28 ± 0.48 <sup>a</sup>	7.41 ± 0.12 <sup>ab</sup>
<b>Lactobacilos termófilos</b>	5.26 ± 0.80	6.07 ± 0.50	7.41 ± 0.31	6.31 ± 0.27
<b>Lactococos mesófilos</b>	8.33 ± 0.08 <sup>a</sup>	8.25 ± 0.15 <sup>ab</sup>	8.15 ± 0.08 <sup>ab</sup>	8.02 ± 0.18 <sup>b</sup>
<b>Lactococos termófilos</b>	8.72 ± 0.06 <sup>a</sup>	7.83 ± 0.24 <sup>b</sup>	7.63 ± 0.21 <sup>b</sup>	7.30 ± 0.31 <sup>b</sup>
<b>Mohos y levaduras</b>	4.99 ± 0.40 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.50 <sup>a</sup>	3.45 ± 0.22 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.35 <sup>c</sup>
<b>Coliformes</b>	6.45 ± 0.15 <sup>a</sup>	4.73 ± 0.08 <sup>b</sup>	3.45 ± 0.30	2.12 ± 0.16 <sup>d</sup>
	0	0	0	0
<b><i>E. coli</i></b>				

<sup>a-c</sup> Los promedios en la misma fila con diferente superíndice mostraron diferencias significativas (( $P > 0.05$ ))

## CONCLUSIONES

Los recuentos de los lactococos mesófilos fueron los más elevados en el queso recién elaborado y a lo largo de todo el periodo de almacenamiento. Sin embargo, los recuentos de lactobacilos mesófilos, que fueron inicialmente dos unidades logarítmicas inferiores a los de lactococos mesófilos, se incrementaron paulatinamente durante almacenamiento. Se encontraron elevados recuentos de bacterias coliformes y *Enterococcus spp.*, lo que sugiere la existencia de prácticas higiénicas deficientes en la obtención y la manipulación de la leche y/o en las prácticas de la elaboración de los quesos.

## REFERENCIAS

- [1] Badis, A., Guetarni, D., Moussa-Baoudjemâa, B., Henn,i D. E., Tornadijo, M. E. y M, Kihal. (2003) Identification of cultivable lactic acid bacteria isolated from Algerian raw goat's milk and evaluation of their technological properties. *Food Microbiology*, 343-349.
  - [2] Cenzano, (1978). Los quesos. pp. Madrid España. AMV: Ediciones.
  - [3] Corry JEL, Curtis GDW, Baird RM. *Handbook of Culture Media for Food Microbiology*. Amsterdam: Elsevier; 1999. p. 51-60.
  - [4] Fox, P. F., Wallace, J. M. (1998). Formation of flavor compounds in cheese. *Advances in Food Microbiology*, 45, 17-85.
  - [5] Fuentes, J., L. (2014). Efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad del queso Oaxaca (México) elaborado con leche cruda y estudio taxonómico y tecnológico de su microflora ácido-láctica. Tesis de Doctorado. Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Universidad de León.
- 

- [6] Gómez A., Divier A., Bedoya M., Oswaldo. (2005) Composición nutricional de la leche de ganado vacuno, 38-40.
- [7] Herreros MA, Fresno JM, González Prieto M J, Tornadijo ME (2003). Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). *Int Dairy J*, 13, 469-479.
- [8] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2012). SAGARPA. Página consultada el 04 de octubre del 2016. Recuperado en: <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/Inicio.aspx>
- [9] NOM-092-SSA1-1994 (1994). Norma Oficial Mexicana, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Página consultada el 27 de febrero del 2016. <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/092ssa1.pdf>
- [10] NOM-110-SSA1-1994 (1994). Norma Oficial Mexicana, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Página consultada el 27 de febrero del 2016. Recuperado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>
- [11] NOM-111-SSA1-1994 (1994). Norma Oficial Mexicana, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Página consultada el 27 de febrero del 2016. Recuperado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
- [12] NOM-243-SSA1-2010 (2010). Norma Oficial Mexicana, productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Página consultada el 21 de septiembre del 2016. Recuperado en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010)
- [13] Sánchez, G. (2001). Manual de Tecnología Quesera y Productos Derivados de Lacto suero (2001). INDYME – BID. Managua, Nicaragua.
- [14] Prescott, H. K. (2000). Microbiología: Mc-Graw Hill. Interamericana. Cuarta edición.
- 

- [15] Van vliet, T. (1991). Terminology to be used in cheese rheology. En. Rheological and Fracture Properties of Cheese. IDF Bull. no. 268, International Dairy Federation, Belgium. 5–15.
- [16] Zúñiga, M. de J. (2015). Caracterización físico-química y microbiológica del queso de aro de la Huasteca Hidalguense. Tesis de licenciatura. Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense.



# Elaboración de galletas adicionadas con harina de oca colorada (*Oxalis tuberosa*)



Autores:

Gabriel Olvera Aguirre  
Erik Gómez Hernández  
Bethsúa Mendoza Mendoza  
Edna Ma. Hernández  
Domínguez  
Apolonio Vargas Torres  
Juan Pablo Hernández Uribe



Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo  
CA-Industrias alimentarias

Universidad Autónoma del  
Estado de Hidalgo

[egomez@itesa.edu.mx](mailto:egomez@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

En el presente proyecto se propuso la elaboración de galletas adicionadas con harina de oca colorada (*Oxalis tuberosa*), se realizaron tres formulaciones distintas al 15%, 30% y 50% de harina de Oca, finalmente, con ayuda de una evaluación sensorial se aplicó una prueba de preferencia para conocer el efecto de la harina sobre la aceptación del producto.

**Palabras clave:** Oxalis tuberosa, harina, propiedades fisicoquímicas, evaluación sensorial.

## INTRODUCCIÓN

Originaria de los Andes Centrales, el origen de la oca podría estar entre el sur del Perú y Bolivia. Se cultiva en pequeñas parcelas asociadas a la papa, juntamente con la mashua y el olluco, por ser parte de la dieta del agricultor y su familia **Fuente especificada no válida..** La oca (*Oxalis tuberosa*), es un tubérculo que se cultiva entre 3200 – 3900 m.s.n.m. Contiene proteínas, carbohidratos, vitamina C y antioxidantes. A fin de darle un valor agregado al producto FAO (2006), y analizar la posibilidad de su industrialización, se diseñó un procedimiento experimental de elaboración de galletas adicionadas con HOC.

En inglés se conoce a la acederilla (*Oxalis tuberosa* Molina) como *oca* u *oxalis*; en los idiomas andinos, como *uqa* u *ok'a* (en quechua) y *apilla* (en aimara). En el mundo de habla hispana se la conoce como oca en el Perú y el Ecuador; como oca, ibia, hibia, huasisai o ibi en Colombia; como ruba, timbo, quiba, macachín o miquichi en Venezuela; y como papa roja, papa colorada o papa extranjera en México **Fuente especificada no válida..**

La *Oxalis tuberosa* es una planta herbácea perenne, con tallo erguido en las primeras fases de desarrollo que pasa a postrarse más adelante, a medida que madura. Se cultiva por su crujiente raíz comestible, donde la planta almacena almidón durante el invierno o en los períodos fríos en que no está creciendo.

La multiplicación vegetativa de la acederilla se lleva a cabo por medio de esquejes o a través de sus tubérculos. Los tubérculos tienen forma elíptica o cilíndrica y pueden ser de color blanco, amarillo, rojo y púrpura. Su longitud varía entre 5 y 7,5 cm y su diámetro, entre 2,5 y 3,75 cm. **Fuente especificada no válida..**

El tubérculo de (*Oxalis tuberosa*), comúnmente conocida en México como papa roja, es un alimento usado generalmente en época decembrina y no es de consumo popular, es una buena fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes como ácidos fenólicos, flavonas y antocianinas lo cual lo hace un alimento nutritivo y completo (Ramos et al., 2016).

El uso de harinas no convencionales, se ha manejado en porcentajes de sustitución de la harina de trigo (Torres *et al.*, 2014).

Para la realización del siguiente proyecto de investigación se utilizaron técnicas de elaboración de galletas de acuerdo a Agama *et al.* (2012), así como su comparación con una galleta control hecha solamente con harina de trigo, agua, huevo y mantequilla.

## **OBJETIVOS**

### ***General***

Elaborar galletas adicionadas con harina de oca para evaluar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

### ***Específicos***

Obtener harina y caracterizar físico-químicamente mediante un análisis proximal

Realizar tres formulaciones y evaluar su composición fisicoquímica mediante análisis proximal

Aplicar pruebas sensoriales de aceptación para determinar cuál de las tres formulaciones es la de mayor aceptación

## **ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN**

De acuerdo a Torres Santa Cruz & Torrico Aguilar, (2004) variedades de oca han sido utilizadas para la producción de mermeladas y helados de oca, obteniéndose un gama de atractivos productos con diferentes propiedades en cuanto a textura, sabor y color. Las harinas y hojuelas han sido utilizadas para la preparación de refrescos y sopas.

La oca tiene amplia posibilidad de transformación en harinas, mermeladas néctar, etc. Se puede conservar durante mucho tiempo mediante deshidratación y secado al sol el cual es denominada “ccaya” y es de color oscuro. Otra manera de conservar es a través de deshidratación, lavado y secado a la sombra que se denomina “umakcaya” adquiriendo un color blanco (Cusiche, 2009).

La harina de oca se obtiene de la ccaya blanca de oca, de buena calidad, la misma que se muele y cierne en malla fina, esa harina puede reemplazar hasta en un 25 por ciento de la harina de trigo en producto de panificación como pan, queques y galletas, con buenos resultados. Se han hecho ensayos para usar la harina de oca en sabrosos panes, queques y galletas, donde puede reemplazar hasta cincuenta por ciento de harina de trigo (Cusiche, 2009).

Desde el punto agronómico *Oxalis tuberosa* Mol., conocida en México como papa ratona o papa roja, es un cultivo de origen andino que presenta alto potencial para su desarrollo en el país, principalmente en las áreas templadas, debido a que tiene similar o mayor rendimiento de tubérculos en comparación con la papa (*Solanum tuberosum* L.), con mayor resistencia a plagas y enfermedades y a bajas temperaturas; además, su valor nutricional y contenido de carbohidratos ubican a esta especie como el segundo cultivo andino más importante después de la papa **Fuente especificada no válida.**

En la actualidad la industria de la panificación exige una gran demanda de fuentes naturales que sirvan para la obtención de harina, siendo el trigo uno de los principales cultivos que se utiliza para tal fin, lo cual genera una sobre explotación del cultivo, esto obliga a los investigadores a buscar alternativas para la obtención de harinas con características similares a la obtenida a partir del trigo; para ello en el presente trabajo se propone la elaboración de galletas a base de harina de *Oxalis tuberosa* con propiedades similares a las elaboradas con harina de trigo y que además aporten nutrientes como fibra y compuestos con capacidad antioxidante.

## METODOLOGÍA

Para la obtención de la harina de oca colorada (HOC) se compró 10 Kg de tubérculos en el tianguis de Tulancingo, Hidalgo, en el mes de febrero del 2015, se lavaron y seleccionaron aquellos que presentaron características óptimas (tamaño, color y ausencia de golpes), posteriormente se cortaron en tamaños homogéneos aproximadamente de 2-3 milímetros de grosor por 2 centímetros de diámetro para su secado en charolas de malla, en una estufa de secado por convección marca FELISA a 50°C durante 76 horas, seguido de esto se aplicó una molienda con ayuda

de una licuadora OSTER de una velocidad, hecho esto se pasaron por un molino de martillos marca IKA WERKE, MF, 10 BASIC a 550 rpm. Al obtener el producto se realizaron tres formulaciones distintas para la elaboración de galletas a concentraciones del 15%, 30% y 50% de HOC (Tabla 1).

Para la determinación de proteína, fibra cruda, grasa, humedad y cenizas, se aplicaron técnicas de caracterización bromatológica tanto a la harina como a las diferentes formulaciones de acuerdo al método descrito por Agama *et al.* (2011).

Finalmente para la evaluación sensorial se aplicó una prueba afectiva de preferencia pareada a 2 muestras en relación de una galleta al 15% y otra al 30% de sustitución de harina de oca colorada a 50 jueces no entrenados (consumidores habituales), para conocer el efecto de la harina sobre la aceptación de estas dos formulaciones.

Tabla 1. Formulación de las galletas adicionadas con harina de oca colorada.

Ingrediente	Galleta control	Sustitución con harina de oca colorada		
		Galleta 15-HOC*	Galleta 30-HOC*	Galleta 50-HOC*
Harina de trigo (g)	350	297.5	245	175
Harina de oca (g)	0	52.5	105	175
Mantequilla (g)	15	15	15	15
Huevo (pza)	1	1	1	1
Agua (mL)	150	150	150	150

\*15 HOC= 15 g/100 g de harina de oca colorada, 30-HOC= 30 g/100 g de harina de oca colorada, 50-HOC= 50 g/100 g de harina de oca colorada

## RESULTADOS

Una vez realizado el análisis proximal se obtuvieron los resultados, que se muestran en la Tabla 2, los cuales fueron comparados con los reportados por Torres Santa Cruz & Torrico Aguilar, (2004) quien nos dice que harinas de la variedad de oca (*Sausiri*) presenta la menor concentración de humedad que corresponde a 8.2%.

cabe destacar que se comparó solo este valor ya que otros autores no han estudiado a profundidad las características fisicoquímicas del harina de oca. Así también se pudo observar que el contenido de cenizas incrementó en cada una de las formulaciones así como se incrementó el porcentaje de harina de oca colorada, el contenido de fibra se vio afectado en aumento, un aumento muy pequeño en relación al aumento en cada formulación del 15, 30 y 50%. Los contenidos en grasa reflejaron un aumento de esta en relación con la adición de más harina de oca en cada formulación, el aumento inicial que se dio en relación al harina probablemente es causado por la mantequilla y el huevo que se adiciona en cada formulación.

Tabla 2. Composición de las diferentes formulaciones.

Muestra	HOC	Galleta* control	Galleta *15-HOC	Galleta *30-HOC	Galleta *50-HOC
Humedad	8.0434± 3.09295	7.9132± 3.75785	7.9102±3.219 2	5.2512±3.2192	8.7344±3.32 8425
Cenizas	4.7322± 0.21825	1.0743± 3.08105	1.2243±3.466 7	1.7711±2.4045 75	2.7145±2.69 1475
Grasas	1.6931± 3.25735	5.2449± 1.08955	5.4333±0.742 3	5.4614±1.2857 25	5.9138±0.50 7825
Fibra	5.3331± 0.38265	2.3890± 1.76635	4.1962±0.494 8	4.2190±0.0433 25	4.2612±1.14 4775

\*15 HOC= 15 g/100 g de harina de oca colorada, 30-HOC= 30 g/100 g de harina de oca colorada, 50-HOC= 50 g/100 g de harina de oca colorada.

Una vez aplicadas las pruebas sensoriales 40 jueces indicaron que preferían la formulación al 30 %, sobre las otras formulaciones.

## DISCUSIONES

En cuanto al aumento en los valores de cenizas nos indicó que el contenido de minerales en la galleta puede verse influido por la composición en minerales de la Oca, para el caso del contenido e fibra, recordemos que la fibra es un componente importante del tubérculo mismo que presenta beneficios para los consumidores por lo que a mayor contenido de fibra las galletas pueden ser consideradas como aptas para consumo por cualquier tipo de consumidores.

Los cambios observados por los jueces durante la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones sugirieron que variaciones en las cantidades de harina pudieron afectar de forma negativa aspectos importantes como textura y color.

## CONCLUSIONES PRELIMINARES

La obtención de harina ha resultó favorable. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de la harina y se observó un incremento en el contenido de minerales del 1.64, en cuanto a fibra, el incremento fue de 1.88. El contenido de grasa fue en un incremento de 0.669. El estudio del efecto de la adición de harina de oca sobre las propiedades sensoriales de las galletas no ha sido estudiado completamente por lo que se sugiere repetir algunas pruebas y ampliar la presente investigación para conocer las potenciales ventajas que representa emplear harina de oca como fuente alterna para la elaboración de galletas

## REFERENCIAS

Agama A. E., Islas H., J., Pacheco V., G., Osorio D., P., & Bello P., L. A. (2012) artículo Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT- Food Science and Technology*

Cusiche Perez L. (2009). Toxicología alimentaria de la oca. Universidad nacional del centro del Perú. Perú. Facultad de ingeniería y ciencias humanas.

FAO. (2006). Cultivo endémico: OCA (*Oxalis tuberosa*). *TECA*.

FAO. (2015). Cultivo tradicional del mes. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*

Mejía Muñoz, J. M., Mora Aguilar, R., Rodríguez Pérez, J., & González Castillo, s. (2005). propagación in vitro de papa ratona (*Oxalis tuberosa* Mol.). *Chapingo*.

Ramos Rivera E.M., Moreno Velázquez A.L., Romero Muñoz I.G., Piloni Martini J., Hernández Uribe J.P., Quintero Lira A., Soto Simental S. y Güemes Vera N. (2016). Análisis de perfil de textura en masas y donas de harina de trigo adicionadas con

harina de cáscara de Oxalis tuberosa. Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hidalgo. México

Torres santa Cruz, E., & Torrico Aguilar, J. M. (2004). Caracterización de diez variedades de Oxalis tuberosa molina (oca) y alternativas de industrialización. *Investigación y desarrollo*(4), 79-88.

Torres, Gonzales, M.P., Jiménez, Munguía, M.T. y Bárcenas, Pozos, M.E. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental, Universidad de las Américas, Puebla. México

Yenque Dedios, J., Santos de la Cruz, E., Salas Bacalla, J., Feliciano Muñoz, O., & Lavado Soto, A. (enero-junio de 2007). Caracterización y determinación de ecotipos de oca (oxalis tuberosa), para el procesamiento de harinas en la quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, región Ancash. *Industrial Data*, 10(1), 7-10.



# ESPUMAS SÓLIDAS A PARTIR DE ALMIDÓN Y FIBRA DE MAGUEY (*Agave spp.*) PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



Autores:

María Guadalupe Aguilar  
Calderon  
Erik Gómez Hernández  
Apolonio Vargas Torres  
Bethsúa Mendoza Mendoza

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo  
*CA-Industrias alimentarias*



Universidad Autónoma del  
Estado de Hidalgo

## RESUMEN

En la presente investigación se muestran los resultados más relevantes en las primeras pruebas, de la elaboración de envases biodegradables para alimentos a través de la elaboración de espumas sólidas, con mezclas de almidón de maíz y fibra en comparación con una espuma que no se le agregó fibra. Se realizó la caracterización químico proximal de la fibra de maguey, obteniendo que tiene un 50.7% de fibra, 21.6% de cenizas, 2.3% de humedad y 0.06% de grasa. Las espumas se realizaron en una prensa de termo formado manteniendo una temperatura de 180°C para facilitar la gelatinización del almidón. Se lograron obtener placas solidas con cierta resistencia, aunque quebradizas, sin embargo, las muestras que contenían fibra, resultaron tener una menor absorción de agua.

**Palabras clave:** espumas, maguey, almidón.

[bmendoza@itesa.edu.mx](mailto:bmendoza@itesa.edu.mx)

## INTRODUCCIÓN

En los años sesenta se generó una gran tendencia en los envases elaborados de polímeros sintéticos para transportar alimentos. Una de sus características más llamativas era su durabilidad y estabilidad en cualquier zona; pero con el paso de los años lo que en un comienzo fue tratado como una ventaja, se convirtió en un problema, porque los polímeros que eran desechados podían pasar años sin ser afectados por el entorno, sin importar las condiciones en las que se encontraran. Los envases elaborados con polímeros sintéticos cuentan con una densidad baja, por lo tanto, para su almacenamiento necesitan grandes espacios y como la cantidad de polímeros producidos sigue aumentando, se incrementa la cantidad de desechos generados, así como el espacio necesario para su disposición final (Melosi, 2005).

El almidón es uno de los polímeros que más se ha estudiado, principalmente en la formación de películas para recubrimiento de alimentos, sin embargo, existen reportes de que, en combinación con otros polímeros, como la fibra, pueden formar espumas solidas con características similares al poliestireno; estas espumas pueden ser elaboradas con diferentes técnicas, entre las que podemos destacar extrusión, o moldeado y horneado. El proceso puede dividirse en dos pasos principales: la gelatinización del almidón y posteriormente la evaporación de agua. Sin embargo, la utilización de almidón ha mostrado problemas en cuanto a la resistencia al agua y poca flexibilidad (Kaisangsri et al. 2012).

El uso de fibras lignocelulósicas para reforzar las matrices poliméricas de almidón es interesante, debido a que reduce la rigidez y favorece la biodegradabilidad de los materiales. Diversas investigaciones han mostrado que el uso de fibras naturales favorece las propiedades físicas y mecánicas de los empaques a base de almidón, debido a que la estructura de la celulosa y el almidón es similar, lo cual favorece la interacción entre las matrices poliméricas (Shey et al. 2006).

El estado de hidalgo, cuenta con gran diversidad en plantas cactáceas, entre las que destaca el Maguey (*Agave spp.*), en sus diferentes variedades, a pesar de que esta tiene grandes cantidades de fibra, que puede ser utilizada en la elaboración de

diversos productos, no ha sido costeable. Actualmente grandes cantidades de maguey es desperdiciado, ya que hay una sobre explotación, del mixiote (película externa de la penca), que al ser obtenida causa la muerte de la planta, por ello es de gran importancia que se busquen alternativas factibles y sustentables para el aprovechamiento de esta materia prima. Debido a que el maguey es rico en fibra, el presente trabajo propone la elaboración de diferentes mezclas de esta fibra con almidón para la producción de espumas solidas, que cuenten con características competitivas para ser utilizado como materiales de envase en la industria alimentaria.

## **OBJETIVOS**

### *General*

Elaborar espumas sólidas mediante mezclas de almidón y fibra de maguey (*Agave spp.*), para la obtención en envases biodegradables que cuenten las características adecuadas para su utilización en la industria alimentaria.

### *Específicos*

- Diseñar la formulación adecuada para la elaboración de las espumas sólidas, que cuente con las características físicas y mecánicas adecuadas para la industria alimentaria.
- Caracterizar el producto mediante pruebas de microscopia, de absorción de agua y mecánicas (textura, resistencia, dureza).
- Determinar el tiempo de degradación, dando como resultado información para el desarrollo de investigaciones en el área ambiental y de alimentos.

## **ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN**

Los residuos constituyen uno de los grandes problemas ambientales con diferentes impactos a nivel global y local. La gestión de los residuos va más allá de su disposición por tanto es necesario analizar las diferentes variables de manera que se pueda comprender la complejidad que implican los nuevos retos ambientales. Mientras las concentraciones humanas eran reducidas y los residuos eran en su gran mayoría de origen orgánicos, los residuos no constituían un problema relevante

(Melosi, 2005). Con el aumento de las concentraciones humanas se fueron acumulando grandes volúmenes de residuos orgánicos, como inorgánicos, cuya difícil descomposición dificulta su reintroducción en los ciclos naturales lo que resulta en una fuerte incidencia en la estabilidad de los ecosistemas.

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan generalmente a partir de compuestos de bajo peso molecular. Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/ densidad, que son propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y de buena resistencia a los ácidos, álcalis y solventes (Cristán et al. 2003).

La basura generada por las actividades humanas hasta mediados del siglo XX consistía principalmente en desechos biodegradables o reciclables. Al incorporarse el plástico a la vida cotidiana, una parte considerable de los desechos producidos comenzó a acumularse en el ambiente, precisamente por la resistencia de los plásticos a la corrosión, la intemperie y la degradación por microorganismos (biodegradación). Actualmente se producen varios millones de toneladas de plásticos a nivel mundial. En México, el consumo anual de plásticos por habitante en el 2005 se estimaba en 49 Kg. Del total consumido, más de 1 000 000 de toneladas por año se convierten en desecho (Espín, 2007).

La problemática generada por el uso indiscriminado de plásticos sintéticos y su persistencia en el ambiente han estimulado la investigación para el desarrollo de nuevos materiales y métodos de producción que permitan plásticos degradables que presenten las mismas propiedades, pero que tengan un periodo de degradación más corto (Espín, 2007).

Las espumas solidas son materiales versátiles que proporcionan una gama de posibilidades para el desarrollo de diversas aplicaciones: aislantes térmicos, material de embalaje, envases para alimentos, relleno de colchones, formica, bloques, entre otros (Ferrer et al. 2013).

El almidón es uno de los polímeros que más se ha estudiado, principalmente en la formación de películas para recubrimiento de alimentos, sin embargo, existen reportes de que en combinación con otros polímeros como la fibra pueden formar

espumas solidas con características similares al poliestireno; estas espumas pueden ser elaboradas con diferentes técnicas, entre las que podemos destacar extrusión, o moldeado y horneado. El proceso puede dividirse en dos pasos principales: la gelatinización del almidón y posteriormente la evaporación de agua. Sin embargo, la utilización de almidón ha mostrado problemas en cuanto a la resistencia al gua y poca flexibilidad (Kaisangsri et al. 2012).

El uso de fibras lignocelulósicas para reforzar las matrices poliméricas de almidón es interesante, debido a que reduce la rigidez y favorece la biodegradabilidad de los materiales. Diversas investigaciones han mostrado que el uso de fibras naturales favorece las propiedades físicas y mecánicas de los empaques a base de almidón, debido a que la estructura de la celulosa y el almidón es similar, lo cual favorece la interacción entre las matrices poliméricas. Se han estudiado las propiedades de espumas solidas de almidón mezcladas con cartucho natural de látex encontrando que la densidad y flexibilidad de la espuma se vio favorecida y mostraron propiedades similares a las de los materiales sintéticos (Shey et al. 2006).

Algunas investigaciones se centran en la utilización de almidón de yuca mezclado con bagazo de malta, encontrando, que la adición de esta fibra contribuye a un aumento en la resistencia del material, disminución de la higroscopicidad, lo cual hace que el material no tenga alta absorción de agua (Léa et al. 2014).

El estado de hidalgo, cuenta con gran diversidad en plantas cactáceas, entre las que destaca el Maguey (*Agave spp.*), en sus diferentes variedades, a pesar de que esta tiene grandes cantidades de fibra, que puede ser utilizada en la elaboración de diversos productos, no ha sido costeable. Actualmente grandes cantidades de maguey es desperdiciado, ya que hay una sobre explotación, del mixiote (película externa de la penca), que al ser obtenida causa la muerte de la planta, por ello es de gran importancia que se busquen alternativas factibles y sustentables para el aprovechamiento de esta materia prima. Debido a que el maguey es rico en fibra, el presente trabajo propone la elaboración de diferentes mezclas de esta fibra con almidón para la producción de espumas solidas, que cuenten con características

competitivas para ser utilizado como materiales de envase en la industria alimentaria.

## METODOLOGÍA

### *Obtención de fibra*

Se recolectaron pencas de maguey (*Agave spp.*) de la región del Altiplano Hidalguense, las muestras fueron transportadas al laboratorio de análisis bromatológico del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, donde se les retiraron las espinas, se lavaron y desinfectaron, posteriormente, fueron molidas, utilizando una licuadora industrial (marca Osterizer), por 30 segundos, la mezcla resultante fue filtrada utilizando una tela fina (organza), desechando el líquido y conservando el bagazo, por último este fue secado en un horno de convección forzada a una temperatura de 60°C por 3 días, y fue molido hasta obtener un polvo fino, al cual se le realizó un análisis químico proximal, determinando: Grasa, por el método de extracción con éter (AOAC 920.39); fibra por el método Kennedy (NMX-F-090-S-1978), contenido de humedad (AOAC 925.04) y cenizas (AOAC 942.05). Todas las pruebas fueron realizadas por triplicado.

### *Elaboración de espumas sólidas*

Para elaborar las espumas sólidas, se probaron dos formulaciones utilizando como materia prima, carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), (marca Reasol); Goma guar (marca Química Sercal); Almidón de maíz, (marca Transmerquim) y fibra de maguey (*Agave spp.*), donde las concentraciones de almidón y fibra fueron cambiando, en la tabla 1 se muestran las cantidades y reactivos utilizados.

Tabla 1. Formulaciones para elaboración de espumas solidas a partir de almidón y fibra de maguey

Reactivo/Tratamiento	T1	T2
Carbonato de calcio	30 g	30 g
Agua	75 ml	75 ml

Fibra	----	30 g
Almidón de maíz	90 g	60 g
Goma guar	3 g	3 g
Agua	35 ml	35 ml

En las concentraciones adecuadas, se mezclaron los ingredientes, utilizando una batidora de mano (marca Sunbeam) durante 3 minutos, hasta que se obtuvo una mezcla homogénea, la mezcla resultante, se colocó en una prensa de termoformado de fabricación personal, (Figura 1) a una temperatura de 180°C durante 10 minutos, tiempo necesario para que la mezcla se seque y se gelatinizará el almidón, lo cual proporciona propiedades físicas similares al poliestireno



Figura 1. Prensa de termo formado para la elaboración de espumas solidas

## RESULTADOS

### *Caracterización de la fibra de maguey (Agave spp.)*

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis químico proximal, se puede observar que el mayor componente es la fibra con un valor de 50.7 %, seguido de cenizas, y humedad (21.6 y 2.3 % respectivamente).

Tabla 2. Composición química de la fibra de maguey (*Agave spp.*)

Determinación	Cantidad en % (DE)
Fibra	50.7 (11.48)
Grasa	0.064 (0.006)
Humedad	2.3 (0.51)
Cenizas	21.6 (2.44)

DE: desviación estándar entre paréntesis

### *Obtención de las espumas solidas*

Las primeras formulaciones resultaron en placas compactas de color blanco o verdoso, con grosor de 3 a 4 mm, que cuentan con cierta resistencia a la humedad, es decir, no dejan pasar líquidos a través de ella. Sin embargo, se están planteando modificaciones en la formulación para mejorar las propiedades mecánicas, ya que las placas resultaron ser bastante quebradizas (Figura 2). Las espumas realizadas con fibra muestran un color verdoso, y aun no se ha logrado la integración homogénea, lo cual resulta en una disminución de la calidad visual del material.

De acuerdo con lo reportado por Léa y Mali (2014), se ha observado mejor retención de líquidos en las placas que contienen fibra, aunque debe montarse una técnica para medir la absorción de agua, por lo que el producto pudiera ser recomendado para contener alimentos de baja actividad de agua, sin embargo, aún deben revisarse resultados de caracterización, tanto de propiedades mecánicas y de permeabilidad, para poder dar una recomendación de uso más acertada. También se debe contemplar el uso de almidón modificado o pregelatinizado, para observar los efectos en las propiedades mecánicas.

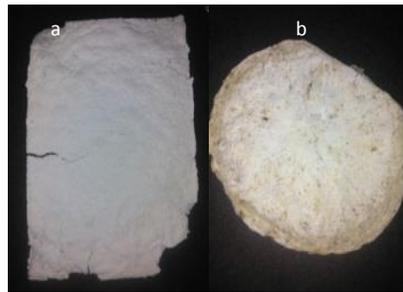


Figura 2. Espumas solidas a base de almidón (a) y mezclas de almidón con fibra de maguey (b)

## **CONCLUSIONES**

Se ha logrado diseñar una formulación que permite la obtención de espumas sólidas, que podrían servir como utensilios o recipientes contenedores de diversos alimentos, especialmente aquellos que tienen baja o mediana actividad de agua. La segunda parte del trabajo incluye la caracterización completa del material.

## REFERENCIAS

Cristán A., Ize I., Gavilán A. “La situación de los envases de plástico en México”, Gaceta ecológica (en línea), Vol. 69. 2003. Consultada el 6 de julio de 2016.

Dirección de internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906905>.

Espín G. (2007). “Plásticos y contaminación ambiental”. Academia De Ciencias De Morelos, A. C. Instituto de Biotecnología, UNAM, 2007. Consultado el 10 de julio de 2016. Dirección de internet: <http://acmor.org.mx/descargas/24sep07.pdf>

Ferrer M., Marfisi S., Danglad J., Cecconello L., Rojas B. “Producción de espumas solidas de celulosa y almidón de yuca”. Revista Saber, Universidad de Oriente, Venezuela, Vol. 25 No. 4, 2013.

Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., Laochakunjit, N. “Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan”. *Industrial Crops and Products*, Vol. 37, 2012.

Léa, R.P.F.M., Mali, S. “Use of malt bagasse to produce biodegradable baked foam made from cassava starch”. *Industrial Crops and Products*, Vol. 55, 2014.

Melosi M. “Garbage in the cities”. USA: University of Pittsburgh Press. 2005.

Shey, J., Iman, S.H., Glenn, G.M. Orts, W.J. “Properties of baked starch foam with natural rubber latex”. *Industrial Crops and Products*, Vol. 24, 2006.

# ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CAPULIN (*Prunus Serotina*)



Autores:

Marley Bustamante Garcia  
Maria del Carmen Ávila  
Ramírez  
Edna Maria Hernández  
Domínguez  
Bethsua Mendoza Mendoza

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo  
CA-Industrias alimentarias

[bmendoza@itesa.edu.mx](mailto:bmendoza@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

Se han evaluado las propiedades y composición de una mermelada elaborada a partir del fruto *Prunus serotina* (Capulín). Para la elaboración de los productos, se inició con la selección de los frutos en estado de madurez óptimo, es decir, aquellos que presentaron un tono rojo intenso a morado, posteriormente pasaron por un proceso de limpieza, desinfección y se les quitó el hueso. La caracterización de la mermelada se realizó mediante un análisis químico proximal, obteniendo la cantidad de proteína por el método Kjeldahl (0.79 %), carbohidratos (33.81 %), grasa total por el método Goldfish (0.09 %), fibra por el método Kennedy (45.6 %), Cenizas (0.062 %) y humedad (19.09 %).

**Palabras clave:** *Antioxidantes, Prunus serotina, Mermelada*

## INTRODUCCIÓN

*Pronus Serótina*, según Emaldi et al. (2006) es un fruto comúnmente conocido como “Capulí” o “Capulín”, perteneciente a la familia *Rosaceae*, igual que la ciruela, melocotón y almendro, entre otros. Recientemente se ha podido atribuir el efecto de una dieta rica en frutas y hortalizas, al alto poder de acción contra los radicales libres o capacidad antioxidante que éstas poseen. Es así como se han identificado una serie de compuestos capaces de prevenir la oxidación.

El fruto es una drupa, con un solo hueso liso o rugoso con pulpa carente, es de color verde y en su estado de madurez toma un color rojo intenso a morado. Se conocen más de 2000 especies, que están distribuidas en todo el mundo, especialmente en Asia, Norteamérica y Europa; aunque crece muy bien en regiones de clima caliente o templado; donde se ha encontrado que se desarrolla muy bien y crece de manera silvestre en las regiones altas de México, la región del altiplano hidalguense y Tlaxcala no es la excepción.

El árbol o arbusto monopódico, perennifolio o caducifolio, mide de 5 a 15 m (hasta 38 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.2 m; las hojas tienen una copa ancha de forma ovoide que produce una sombra densa. Hojas estipuladas, simples, alternas, cortamente pecioladas, ovadas a lanceoladas, de 5 a 16 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, margen aserrado; haz verde oscuro y brillante. Datos arrojados por la FAO muestran que se han utilizado con fines medicinales desde tiempos prehispánicos para el tratamiento de diversas enfermedades, tales como diarrea o inflamaciones respiratorias asociado con tos; siendo las más destacadas sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias y antibacterianas.

Otros autores como Emaldi et al. (2006) mencionan que los antioxidantes naturales como las vitaminas C y E, una gran variedad de compuestos fenólicos tales como flavonoides, taninos, carotenoides y antocianinas poseen la capacidad de contrarrestar el efecto en el organismo de los radicales libres, resultantes de las reacciones oxidativas que acompañan el metabolismo y que pueden inducir al

cáncer, enfermedades cardiovasculares o inmunodeficiencias, cataratas oculares, aterosclerosis, diabetes, artritis, envejecimiento y disfunciones cerebrales.

Un tipo de flavonoide presente en la piel de la fruta contiene antocianinas como cyaniding- 3-glucósido y cianidina-3-rutinoside). Numerosos estudios han demostrado que las antocianinas son eficaces eliminadores de reactivos fisiológicamente relevante oxígeno y otros radicales. Estos descubrimientos han marcado el papel preponderante que juegan estas moléculas dentro de la dieta humana.

Es por todo esto que el presente trabajo propone la evaluación de antioxidantes de productos alimenticios a partir del fruto capulín mediante técnicas o metodologías que permitan conocer, conservar y potenciar las propiedades funcionales del fruto y de esta manera obtener un producto natural saludable y por otro lado potencial o dar valor agregado.

## **OBJETIVOS**

### ***General***

Elaborar y caracterizar productos alimenticios a base del fruto capulín (*Prunus serótina*) mediante un análisis químico proximal y medición de la capacidad antioxidante para incentivar el consumo de este fruto, y la elaboración de alimentos para consumo humano.

### ***Específicos***

- Determinar la formulación óptima para la elaboración de productos alimenticios (bebidas fermentadas y mermelada) a base del fruto capulín (*Prunus serótina*) del Estado de Hidalgo.
- Caracterizar los productos elaborados mediante un análisis químico proximal (humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibra, azúcares totales y azúcares reductores).
- Evaluar la capacidad antioxidante mediante la técnica DPPH y ABTS, tanto en el fruto, como en el producto terminado.

## **ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN**

### **Generalidades de *Prunus serótina*.**

El género *Prunus* pertenece a la familia *Rosaceae*, la cual consiste de aproximadamente 100 géneros y más de 2000 especies, que, aunque se encuentran distribuidas en todo el mundo, son más abundantes en el este de Asia, Norteamérica y Europa. El fruto es en forma de drupa y a veces carente de pulpa jugosa, posee hueso liso o rugoso y por lo general, contiene una sola semilla con endospermo escaso o ausente. Este género incluye alrededor, de 400 especies, de amplia distribución en las regiones del clima caliente y templado, mayormente en el Hemisferio Norte. Muchas de estas especies se cultivan porque su fruto y semilla pueden ser comestibles, o bien, por su belleza, que es apreciada con fines ornamentales. Algunos ejemplos de especies del género *Prunus* son *P. pérsica* (durazno), *P. domestica* (ciruelo), *P. armeniaca* (chabacano) y *P. serótina* (capulín), entre otros. “El capulín” de las tierras altas de México ha sido descrito por varios autores desde 1651 (Villa de La Torre, 2008).

Este árbol llega a tener hasta 15 metros de altura; sus ramillas son por lo general glabras, pero a veces son pubérulas. Sus hojas pueden tener forma ovada, elíptica o lanceolada. El fruto generalmente tiene un diámetro de 6 a 8 mm, sin embargo, en ocasiones puede llegar a tener 1 cm de diámetro; la piel del fruto es de color negro rojizo y la carne es verde translúcido.

Esta especie se encuentra distribuida desde el sureste de Canadá hasta Guatemala y Centroamérica. En México, se encuentra comúnmente en Sinaloa, Nuevo León, Tampico, Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Colima, Michoacán, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

El árbol de *P. serótina* y sus frutos han sido utilizados en México con fines alimenticios y medicinales, Villa de La Torre (2008) describe que, en tiempos prehispánicos, era consumido fresco o preparado en mermelada y las semillas tostadas son consumidas como botana. En la medicina tradicional se emplean la corteza, las hojas y el fruto. La corteza se usa como tónico, sedante, digestivo, y para el tratamiento de síntomas relacionados con procesos inflamatorios, tales como, la gripa, fiebre y garganta cerrada, además, se utiliza para tratar

padecimientos pulmonares y cardiacos. Las hojas se usan para el tratamiento de asma, tos y diarrea, debido a que se les atribuyen propiedades antiespasmódicas, por otra parte, el fruto se emplea para preparar remedios contra la diarrea y la tos.

### **Antioxidantes.**

Los nutrientes son los componentes de los alimentos aprovechables por el organismo que hacen posible la vida, se encuentran repartidos de forma desigual y desempeñan funciones diferentes según su naturaleza.

Uno de los componentes principales de algunos alimentos, son los antioxidantes, Gutiérrez Zavala et al. (2007) mencionan, que son sustancias existentes en determinados alimentos que actúan protegiendo al organismo de la acción de los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades.

Los radicales libres son moléculas "desequilibradas", con átomos que tienen un electrón en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos. Estos radicales recorren el organismo intentando captar un electrón de las moléculas estables, con el fin de lograr su estabilidad electroquímica y con potenciales reacciones en cadenas destructoras de las células del cuerpo. Los antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. La incapacidad del cuerpo humano para neutralizar a los radicales libres a los que está expuesto diariamente, obliga al hombre a recurrir a alimentos con las propiedades antioxidantes con capacidad de neutralizarlos.

El butilhidroxianisol (BHA), y el butilhidroxitolueno (BHT) son los antioxidantes sintéticos de mayor uso en la industria farmacéutica y de alimentos; sin embargo, se han encontrado efectos secundarios en humanos, como el aumento del colesterol, hepatomegalia e inducción de cáncer hepático, entre otras. Debido a estos efectos y a la creciente importancia de los antioxidantes en la industria

farmacéutica y alimenticia es necesaria la búsqueda de moléculas alternativas de origen natural con gran actividad y que no tengan efectos citotóxicos ni genotóxicos.

Los productos vegetales, son entonces una alternativa, ya que poseen una variedad de compuestos químicos como mono y polifenoles, antocianos, flavonoides, carotenoides y ácido ascórbico, entre otros, que pueden ser inocuos para la salud y que actúan como agentes antioxidantes a bajas concentraciones. Muchos antioxidantes son usados en la industria de alimentos por su capacidad conservadora; además, retardan el desarrollo del olor rancio, disminuyen la posibilidad de generación de compuestos tóxicos, evitan la decoloración de los pigmentos, no permiten los cambios en la textura, disminuyen la pérdida de valor nutricional causada por la degradación de los ácidos grasos esenciales y por la destrucción de las vitaminas A, E y D y muchos de estos compuestos o sus fuentes naturales se consideran como nutraceuticos (Kuskoski et al. 2005).

Los fenoles, especialmente los flavonoides y los antocianos, muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo, atribuyéndoseles a su vez un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades tales como: cardiovasculares, circulatorias, cancerígenas y neurológicas. Poseen actividades anti-inflamatorias, antialérgica, anti trombótica, antimicrobiana y antineoplásica (Kuskoski et al. 2005).

### ***Antocianinas.***

Las investigaciones reportadas por Salinas Moreno, (2003), demuestran que las antocianinas son compuestos fenólicos del grupo de los flavonoides. Su fórmula básica está conformada por dos anillos aromáticos unidos por una estructura de tres carbonos.

En su forma natural, esta estructura se encuentra esterificada a uno o varios azúcares, en cuyo caso se denominan antocianinas simples. Si además del azúcar en la molécula existe un radical acilo, entonces son antocianinas aciladas. Con pH ácido las antocianinas son muy estables, pero esta estabilidad se reduce cuando el pH se aproxima a la neutralidad, llegando a destruirse completamente con pH

superior a 7; sin embargo, las antocianinas de tipo acilado, como la petanina, son más estables, y conservan su color característico con pH alcalino. Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal. De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa. El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo.

Otros autores Aguilera Ortiz et al. (2011) mencionan que estos compuestos, son de interés particular para la industria de colorantes alimenticios debido a su capacidad para impartir colores atractivos. Recientemente, diversos materiales conteniendo antocianinas están siendo incorporados a productos alimenticios, donde tales productos requieren investigación a futuro para demostrar sus efectos fisiológicos. Actualmente, las antocianinas de maíz morado y azul están siendo usadas para la producción de tortillas azules coloreadas naturalmente. La incorporación de antocianinas como colorantes alimenticios, además de mejorar la apariencia total, son muy benéficas para nuestra salud.

## **METODOLOGÍA**

### ***Elaboración de productos alimenticios***

### ***Recolección y acondicionamiento de materia prima.***

La materia prima se recolectó de la zona del Altiplano Hidalguense durante los meses de Julio-septiembre ya que, el árbol crece de manera silvestre y en grandes

cantidades. Una vez recolectado se transportó a las instalaciones de ITESA, donde fue almacenado y procesado.

### ***Elaboración de mermelada.***

Para elaborar este producto se llevaron a cabo las siguientes operaciones

1. Lavado y desinfectado de la materia prima
2. Clasificación, retirando los frutos que estén en mal estado
3. Separación de pulpa y hueso
4. Cortado y cocción (azúcar, pectina, ácido cítrico y benzoato de sodio)
5. Ajuste del ° Brix de la mermelada
6. Esterilizado de los envases
7. Envasado en caliente
8. Enfriado
9. Etiquetado y refrigerado

### ***Elaboración de licor Procedimiento realizado:***

1. Limpieza y desinfección de la materia prima
2. Separado de pulpa y hueso
3. Obtención del zumo y maceración por 3 semanas
4. Filtrado
5. Envasado y almacenamiento

### ***Análisis químico proximal de los productos***

Todos los productos elaborados se sometieron a pruebas para determinación de: Contenido de proteínas por el método Kjeldhal, contenido de grasa por el método Goldfish (AOAC 920.39), fibra por el método Kennedy (NMX-F090-S-19789), contenido de humedad (AOAC 295.04), cenizas (AOAC 942.05), azúcares totales,

azúcares reductores, grados Briz y porcentaje de acidez, además el contenido de alcohol (en el caso de licor).

## RESULTADOS

Los resultados presentados son avances del trabajo, ya que aún existen etapas experimentales por desarrollar.

### ***Elaboración de productos alimenticios***

Se ha logrado elaborar una mermelada con características adecuadas para ser consumido. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos sobre el análisis químico proximal de la mermelada.

Tabla 1. Resultados del análisis químico proximal de la mermelada elaborada con fruto capulín (*Prunus serotina*).

Parámetro	Cantidad /100g de mermelada
Humedad (g)	19.09 (2.71)
Cenizas (g)	0.62 (0.02)
Proteína (g)	0.79 (0.06)
Grasa (g)	0.09 (0.08)
Fibra (g)	45.6 (8.72)
Carbohidratos	33.81
Contenido Calórico (Kcal)	139.21

La desviación estándar aparece entre paréntesis. Los resultados son el promedio de tres determinaciones.

Los datos obtenidos concuerdan con lo reportado por Emaldi et al. (2006), quienes elaboraron mermelada a base de una cactácea “cardón dato”; en dicho trabajo de investigación se realizó el análisis químico proximal mostrando que el contenido de proteína (0.46 %) fue menor en comparación con el reportado en el presente trabajo (0.79 %), de la misma forma los resultados de cenizas (0.20 %) fueron menores a los de la mermelada de capulín (0.62 %), por el contrario en los resultados de humedad

se reportan cantidades muy similares a las presentadas en este trabajo (19.52 %) En el caso de elaboración del licor, no se presentan resultados, ya que a la fecha sigue en proceso de elaboración ya que lleva por lo menos tres semanas de fermentación.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento se ha logrado obtener una mermelada, con características sensoriales adecuadas para el consumidor, así como una caracterización completa de su composición química, sin embargo, la segunda parte del proyecto requiere la determinación de la capacidad antioxidante considerada como la parte medular del trabajo, dicha capacidad antioxidante será medida mediante determinaciones colorimétricas.

## REFERENCIAS

Aguilera Ortiz, M., Reza Vargas, M.C., Chew, M. R.G., Meza Velázquez, J.A. "Propiedades funcionales de las antocianinas". Revista de Ciencias Biológicas de la Salud, Vol. 13, No. 2, 2011.

Emaldi, U., Nasar, J.M., Semprum, C. "Pulpa del fruto del cardon dato (*Stenocereus griseus*, *Cactaceae*) como materia prima para la elaboración de mermelada". Archivos latinoamericanos de nutrición. Órgano oficial de la sociedad latinoamericana de nutrición, Vol. 56, 2006.

Gutiérrez Zavala, A., Ledesma Rivero, L., García García, I., Grajales Castillejos, O. "Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México". Revista Cubana Salud Pública, Vol. 33, No. 1, 2007.

Kurkoski, E. M., Azuero, G. A., Troncoso, M. A., Mancini Filho, J., Fett, R. "Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos". Ciencia y Tecnología Alimentaria Campinas, Vol. 25, No. 4, 2005.

Salinas Moreno, Y., Martínez Bustos, F., Soto Hernández, M., Ortega Paczka, R., Arellano Vázquez, J.L. "Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. Agrocienza", Vol. 37, 2003.

Villa de la Torre, F. "Frutos del Capulín (*Prunus serótina*) como fuentes potenciales de compuestos bioactivos". Tesis de maestría no publicada. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, 2008.



# IDENTIFICACIÓN, EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE AROMAS A PARTIR DE FUENTES MICROBIANAS PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



Autores:

Aneth N. Velazquez Castillo  
Marlen Barragan Escalona  
Edna Maria Hernández Domínguez

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[ehernandez@itesa.edu.mx](mailto:ehernandez@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

La obtención biotecnológica de metabolitos de interés para uso en la industria, ha crecido favorablemente debido a que ha sustituido a los compuestos químicos que han producido una alta contaminación. La necesidad de que los productos presenten un buen aroma, es una cualidad que hace que tenga éxito entre los consumidores, lamentablemente se han utilizado y sobre explotado algunas especies naturales para poder obtenerlos, al igual que la producción de estos compuestos por métodos químicos ha causado que aumente la contaminación. De tal modo, se ha buscado una alternativa para la producción de aromas por medios naturales, ya que, lo que contribuirá a disminuir la contaminación ambiental y la sobre explotación de algunas especies naturales, sino que los consumidores se ven más atraídos a productos con etiquetas que contengan ingredientes naturales, de esta manera se pretende extraer aromas a partir de microorganismos para su posible uso en la industria alimentaria.

**Palabras clave:** *Trichoderma harzianum*, Aromas,

## INTRODUCCIÓN

Un olor puede ser atribuido a la combinación de diferentes compuestos volátiles, cada uno de los cuales por separado huele de un modo específico. La diferencia de las características de ciertos olores se debe, en una parte a las distintas proporciones de cada compuesto volátil. Aquellas sustancias volátiles contenidas en un alimento que resultan responsables de unas características olorosas esenciales, reciben el nombre de compuestos con carácter de impacto, aunque todavía muy pocas de ellas han sido identificadas (Gutiérrez et al., 2000).

En diferentes industrias incluyendo la alimentaria se utiliza comúnmente la ciencia química para obtener los aromas deseados, ya que normalmente es más fácil y barato sintetizar los aromas que extraerlos de los productos naturales de los que proceden. Algunos aromas naturales y artificiales se llaman ésteres (ácido + alcohol).

Se puede mencionar que el sabor es el resultado del gusto más el aroma y en algunos casos el sabor depende del aroma y no del gusto **Fuente especificada no válida..**

La producción de aromas alimenticios se debe, en la mayoría de los casos, a la acción de microorganismos y/o de enzimas **Fuente especificada no válida..**

Se ha reconocido la capacidad de ciertos microorganismos para sintetizar aromas y sabores a partir de diferentes medios de cultivo. Los microorganismos capaces de producir compuestos con aroma, generalmente sintetizan una variedad muy compleja de especies de cultivo. Entre las especies químicas producidas se pueden citar alcoholes, ésteres, lactonas y terpenos entre otros **Fuente especificada no válida..**

## OBJETIVOS

### *General*

Identificar y extraer aromas a partir de microorganismos mediante fermentaciones líquidas y sólidas, e identificarlos mediante cromatografía de gases, para su posible uso en la industria alimentaria.

### **Específicos**

- Identificar los microorganismos que producen diferentes aromas.
- Establecer las condiciones en las que los microorganismos productores de aroma crecen.
- Realizar fermentaciones en medio sólido para la producción del aroma, mediante el uso de diferentes soportes naturales.
- Identificar el extracto que contenga el aroma, mediante el uso de cromatografías para su caracterización físico - química.
- Caracterización fisicoquímica de los aromas encontrados.

### **GRADO DE INNOVACIÓN**

Un número importante de reacciones químicas son responsables de la generación de compuestos volátiles aromáticos cuando los alimentos son procesados, especialmente mediante tratamientos térmicos y fermentativos, o mediante otros procesos **Fuente especificada no válida..**

La fermentación es aquel conjunto de reacciones catabólicas productoras de ATP en las cuales las moléculas orgánicas actúan tanto como donadores primarios de electrones como aceptores finales de éstos **Fuente especificada no válida..** La fermentación en estado sólido (FES), la fermentación líquida (FL) y la Fermentación solida sumergida (FSS) son un proceso que permite el aprovechamiento de fuentes no convencionales de carbohidratos para la alimentación animal mediante el uso de microorganismos

La fermentación en medio sólido se considera como la transformación microbiana en condiciones aerobias de materiales sólidos **Fuente especificada no válida..**

Se han realizado numerosas investigaciones sobre cómo obtener los aromas de diversas sustancias. Entre ellas una de las más importantes en la industria Alimentaria es la de microorganismos.

Un estudio demuestra que *Trichoderma sp* es uno de los géneros que poseen la habilidad de producir ciertos aromas utilizados en la industria de alimentos. El compuesto es extraído mediante un sistema de dos fases acuosas. El metabolito genera el aroma en la fase extractiva, permitiendo disminuir el efecto de inhibición que presenta el 6-pentil-alfapirona sobre el microorganismo, el cual es el que le da el aroma a coco (Sepúlveda, 2009).

El grado de innovación se debe al hecho de utilizar como soporte espuma de poliuretano (PUF), en la cual le permite tener al microorganismo un medio adecuado para poder crecer y desarrollarse adecuadamente.

## **METODOLOGÍA**

Se utilizó una cepa de *Trichoderma harzianum* donada por la doctora Yuridia Mercado profesor investigador de la Universidad Politécnica de Pachuca.

Se conservó a temperatura de 28 °C en agar papa dextrosa la cual se cultivó durante 7 días.

### **Preparación del inóculo**

Se tomaron dos cajas Petri pequeñas las cuales con ayuda de una espátula se les raspo el micelio y se disolvió en un frasco de 50 ml con de agua estéril y se agregó al medio sólido.

### **Fermentación sólida**

La fermentación en estado sólido se realizó en matraces Erlenmeyer de 250 ml, los cuales contenían 0.5 g de espuma de poliuretano (PUF) en cubos (0.5x0.5x0.5 mm) de una densidad de (17 kg m<sup>-3</sup>) como soporte inerte, además de matraces Erlenmeyer de 50ml, los cuales contendrán 0.5 g de bagazo de coco en cubos (0.5x0.5x0.5 mm) como segundo soporte inerte, además se agregó 15 ml de medio

YPD a los matraces de 250 ml y 15 ml de agua a los matraces de 50 ml, con 1 ml del inóculo preparado en agua estéril.

Se realizó dos cinéticas de prueba en donde se utilizaron los dos soportes inertes. La temperatura a la que se incubo fue de 28°C y así durante 7 días. Los ensayos que se realizaran fueron por duplicado.

### **Obtención del Extracto crudo enzimático (ECE)**

El extracto enzimático (EE) a partir de SMF se obtendrá por filtración de los cultivos usando papel de filtro. La biomasa (X) se determinará como la diferencia de peso seco (g/L). EE de SSF se obtendrá mediante la compresión de la PUF en un Büchner embudo y también se filtrará.

El retenido sólido con PUF se secará hasta peso constante. La X que se calcule será la diferencia entre el peso inicial y final PUF (Díaz *et al.*, 2001). El pH de cada EE obtenido a partir de SMF y en SSF será PUF medido por potenciometría. También se medirá proteína por el método de Bradford, donde se tomaron 700 microlitros de Bradford 100 microlitros de agua y 100 microlitros de EE. Después de eso, el líquido obtenido por filtración se considerará EE.

El líquido obtenido se va a conservar en tubos eppendorf a -10 °C (congelación), y así se conservaran hasta tener una cantidad significativa para poder empezar a realizar las pruebas en cromatografía.

Actualmente se están corriendo tres cinéticas diferentes utilizando los dos soportes anteriores. Dos cinéticas son igual a las de prueba y se añadió una más con un medio de cultivo diferente en el cual se utilizó PUF como soporte, esperando tener mejores resultados.

### **Identificación de los compuestos extraídos**

Se empleará un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de masas con cuadrupolo. El análisis espectrométrico de masas la cual será por ionización de impacto de electrones.

## Análisis sensorial

Los aromas producidos por el hongo durante la fermentación se evaluarán diariamente, con un panel no entrenado de seis miembros. La intensidad del aroma se evaluará con una escala del 0 al 4, donde 0=sin olor, 1=ligero, 2=medio, 3=intenso y 4= muy intenso. Estos análisis se efectuarán cada 24 horas, durante el tiempo que duré la fermentación

## RESULTADOS

La cinética de prueba permitió determinar que *Trichoderma harzianum* puede crecer en los dos soportes que se utilizaron sin ningún problema, los parámetros evaluados se observan claramente en la (Figura 1) donde se puede identificar como el pH es más alcalino en el medio con PUF, el cultivo obtuvo valores arriba de 8 desde el primer día, diferencia del medio que contiene bagazo de coco el cual su pH se mantuvo en valores de 7.

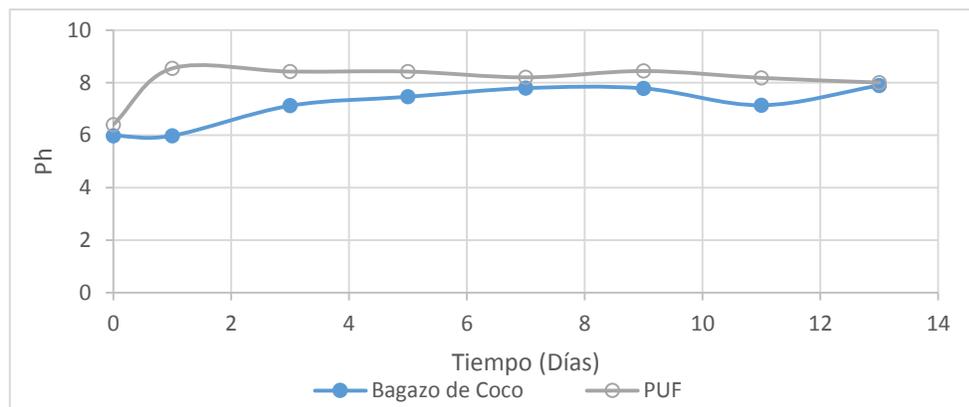


Figura 1. pH de las cinéticas de cultivo de *Trichoderma harzianum*

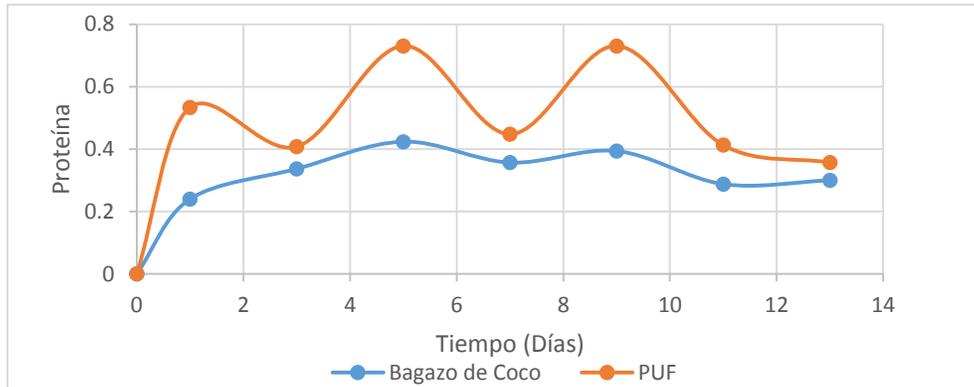


Figura 2. Producción de proteína del cultivo de *Trichoderma harzianum*

La producción de proteína fue mayoritaria en los cultivos con medio YPD (figura 2), en este caso utilizando la PUF como soporte, alcanzando una mayor concentración desde el primer día a comparación del medio con bagazo de coco.

En las cinéticas actuales se está midiendo pH, proteína por método de Bradford, azúcares y biomasa producida, con el fin de identificar en qué momento se produce una concentración mayor de aroma.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento se ha logrado crecer y conservar la cepa de *Trichoderma harzianum*, cabe mencionar que el trabajo que actualmente se está desarrollando está en inicio, sin embargo, actualmente se están corriendo 3 cinéticas en donde se están evaluando los parámetros comentados en la sección de metodología.

## REFERENCIAS

Christen, P. (1995). Producción de aromas por fermentación en medio sólido. Instituto Frances de Investigacion Cientifica para el Desarrollo en Cooperacion. Topicos de investigacion y Posgrado OSTROM, IV (2): 102-109.

Garibay, M.G., R.Q. Ramirez y A.L. Munguía.(2004). Biotecnología Alimentaria. México D.F: Limusa.

Gutiérrez, J. B. (2010). Ciencia Bromatológica, Principios generales de los alimentos. Madrid España: Diaz de Santos.

Guzmán, H.Y., R.M. López y O.G. Balderas. (2010). El Fascinante mundo de los olores. Revista de Divulgación Científica Y Tecnológica de la Universidad Veracruzana, Volumen XXIII, Número 1, 30.

Rivera, V. M. (2008). Bases de la Alimentación Humana. España: Netbiblo.



# ESTUDIOS REOLÓGICOS, TOXICOLÓGICOS Y DE VIDA DE ANAQUEL DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN ADICIONADOS CON XILANASA (SRXL1) PRODUCIDA POR *Sporisorium reilianum*



Autores:

Kassandra Bonnet  
Bethsua Mendoza Mendoza  
Edna María Hernández  
Domínguez

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo  
CA-Industrias alimentarias

[ehernandez@itesa.edu.mx](mailto:ehernandez@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

Una alternativa para la obtención de hemicelulasa para la industria de panificación, es el *Sporisorium reilianum*, el cual produce la xilanasa (SRXL1) cuyo efectos reológicos, toxicológicos y de vida de anaquel sobre productos de panificación están en proceso de estudio. Panes adicionados con esta enzima, fueron sometidos a un primer tratamiento, el cual consistió en su almacenamiento a temperatura ambiente (17-22 °C) en bolsas de celofán llevando a cabo un monitoreo de los mismos, los días 0, 2, 4, 6, 8 y 10 de almacenamiento, mediante pruebas de medición de pH y análisis sensoriales y microbiológicos, en presencia de un pan testigo. De acuerdo a los resultados obtenidos, los empaques utilizados no contribuyeron a la conservación de las propiedades proporcionadas por la enzima a los panes, por lo que habrá que recurrir hacia el uso de otro tipo de empaque.

**Palabras clave:** *Sporisorium reilianum*, xilanasa, pan, vida de anaquel

## INTRODUCCIÓN

Las enzimas son catalizadores biológicos de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de las reacciones en los sistemas naturales, tanto de animales como de vegetales, disminuyendo su energía de activación. Hoy en día, en la industria de panificación, éstas, siendo coadyuvantes tecnológicos han tenido muchas aplicaciones, las cuales han permitido mejorar las propiedades de los productos. Por consiguiente, la tecnología actual hace posible aislar, purificar e incluso inmovilizar (para un determinado sustrato) la enzima específica que se necesita para la función deseada (Frazier, 2003).

Las primeras enzimas usadas en panificación fueron las amilasas que son adicionadas rutinariamente a la harina, pese a que están presentes naturalmente en el grano. La  $\alpha$ -amilasa (EC 3.2.1.1), hidroliza los enlaces  $\alpha$ -1,4 del almidón, produciendo  $\alpha$ -dextrinas de bajo peso molecular. Es sabido que su efecto se debe a que incrementa el contenido de azúcares fermentables (Stanley *et al.*, 2002) y de azúcares reductores. Los azúcares fermentables sirven de nutrientes para las levaduras aumentando la producción de CO<sub>2</sub>, mientras que los azúcares reductores promueven la generación de los productos de la reacción de Maillard intensificando el sabor, el aroma y el color del pan (Bowles, 1996).

Recientemente, el desarrollo de la investigación ha conferido muchos aportes en la producción de diferentes enzimas con propiedades aplicables a la industria de panificación. De estas enzimas se encuentran las proteasas, las celulasas, las hemicelulasas, entre otras. Dentro de las hemicelulasas se encuentran las xilanasas, las cuales catalizan la hidrólisis del xilano a xilooligosacáridos (Sharma y Kurma, 2013). Las xilanasas pueden ser producidas por algas, crustáceos, insectos, levaduras, bacterias y hongos (Howard *et al.*, 2003; Polizeli *et al.*, 2005).

Los trabajos de Álvarez *et al.*, (2013), permitieron conocer una nueva fuente de xilanasas. Se trata del hongo fitopatógeno del maíz, *Sporisorium reilianum*. Estas investigaciones revelaron que dicha enzima con un peso molecular de 42 kDa y una Km y Vmax de 1.72 mg/ml y 2.48  $\mu$ mol/min/ml respectivamente, sobre el xilano de abedul, tiene una actividad óptima a una temperatura de 70 °C y un pH de 5 y esta

misma aumenta en presencia de iones tales como:  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  y  $Mn^{2+}$ . Los análisis bioinformáticos de esta enzima mostraron que este tipo de xilanasas pertenece a la familia 10 de las glicosil hidrolasas. Por lo que, según estas investigaciones, esta xilanasas podría tener aplicaciones en la industria alimentaria, particularmente en el área de panificación.

Sánchez (2016) realizó un estudio dirigido hacia los efectos de la xilanasas (SRXL1) producida por *Sporisorium reilianum* sobre las propiedades organolépticas en productos de panificación, por medio de un panel de jueces entrenados utilizando diferentes escalas adaptadas a la medición de color de la corteza y las intensidades de: dureza en mano, dureza en la boca, poro en la miga de este pan. Este trabajo demostró mejores resultados para el pan adicionado con xilanasas en comparación al pan sin adición de enzima. Sin embargo, hacen falta los análisis toxicológicos y reológicos de este pan, los cuales servirían de soporte a dicho trabajo.

Por lo que, a través de este proyecto, se pretende no sólo realizar los estudios reológicos y de inocuidad de estos productos, sino también se ha tenido la necesidad de estudiar el efecto de esta xilanasas en la vida de anaquel de los mismos mediante la medición del pH, análisis microbiológicos y sensoriales.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Estudiar la vida de anaquel y las propiedades reológicas y toxicológicas de productos de panificación adicionados con xilanasas (SRXL1) producida por *Sporisorium reilianum* mediante el uso de los equipos necesarios y de la aplicación de métodos viables con el fin de comprobar las posibles ventajas proporcionadas por esta enzima en las propiedades de los panes.

### Objetivos particulares

- Extraer y purificar la enzima por el método establecido en los trabajos de Álvarez *et al.* (2013).
- Estudiar reológicamente los panes mediante el uso de un texturómetro.
- Evaluar la inocuidad del pan mediante una prueba toxicológica.

- Estudiar la vida de anaquel de los productos mediante la prueba de diferentes tipos de empaques, medición del pH y análisis microbiológicos en cada tratamiento.
- Evaluar el sabor, el color y la textura de los productos en almacenamiento, mediante un panel de jueces entrenados.
- Analizar estadísticamente los datos obtenidos en cada tratamiento mediante análisis de varianza (ANOVA).

## GRADO DE INNOVACIÓN

El grado de innovación de este proyecto se ve reflejado en los siguientes aspectos:

- Se está realizando estudios con una fuente de obtención de xilanasa totalmente nueva en el ámbito de investigación
- La prueba de esta xilanasa sobre productos de panificación permitirá comprobar sus efectos tanto en las propiedades reológicas como en la inocuidad de dichos productos
- Este trabajo permitirá conocer las condiciones favorables al mantenimiento de las ventajas tecnológicas proporcionadas por dicha xilanasa, no incluyendo el uso de conservadores.

## METODOLOGÍA

### Producción, extracción y purificación de la xilanasa (SRXL1) y elaboración del pan

Las enzimas fueron extraídas por el método establecido por Álvarez *et al.* (2013). En cuanto a la elaboración del pan, se utilizó la formulación que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Formulación del pan blanco “problema y control”**

<b><i>Materias primas</i></b>	<b><i>Cantidad “pan problema”</i></b>	<b><i>Cantidad “pan testigo”</i></b>
<b><i>Harina de trigo</i></b>	100. g	100 g

<b><i>Azúcar</i></b>	8 g	8 g
<b><i>Leche en polvo</i></b>	2.7 g	2.7 g
<b><i>Levadura</i></b>	2.3 g	2.3 g
<b><i>Sal</i></b>	2 g	2 g
<b><i>Manteca</i></b>	3.8 g	3.8g
<b><i>Agua potable</i></b>	10 ml	60 ml
<b><i>Extracto crudo enzimático</i></b>	50 ml	

Los panes, una vez empacados en bolsas de celofán selladas a calor, fueron almacenados a temperatura ambiente (17-22 °C) y se llevaron a cabo un monitoreo de los mismos en los días 0, 2, 4, 6, 8 y 10 de almacenamiento.

### **Monitoreo de los panes**

En cada día de monitoreo, se realizaron las pruebas microbiológicas, las mediciones del pH usando un potenciómetro (Hanna), las del tamaño y del peso de los panes así mismo algunas pruebas sensoriales (Color, olor) realizadas por el experimentador, aunque de acuerdo a los objetivos del trabajo, se tendrá que entrenar un panel de jueces.

En las pruebas microbiológicas, se realizaron los recuentos de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales, de acuerdo a las normas oficiales mexicanas: NOM-092-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994 y NOM-113-SSA1-1994 respectivamente. En cuanto a las pruebas sensoriales, se utilizaron las escalas de Sánchez (2016). Todos los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente por medio de un análisis de varianza de una sola vía seguida de una comparación de las medias por Tukey  $P < 0.05$ .

## **RESULTADOS**

Dentro de los resultados preliminares más destacados en esta primera parte de los experimentos, se pueden considerar los de las pruebas microbiológicas dado que,

no hubo diferencias significativas en las mediciones del tamaño, del peso, del pH y del color de los panes.

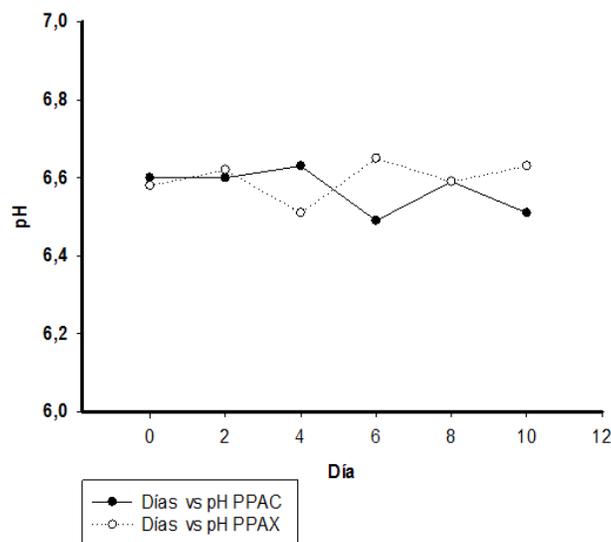
Los resultados estadísticos de la tabla 2, mostraron que los empaques utilizados no contribuyeron al mantenimiento del olor característico de los panes.

**Tabla 2. Resultados estadísticos del olor**

Parámetro		Tiempo de almacenamiento					
		0	2	4	6	8	10
Olor	PPAX	5.000 <sup>b</sup>	3.667 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
	PPAC	5.000 <sup>b</sup>	3.667 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>

\**abc* medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) panes problema (PPAX) y testigo (PPAC).

De igual forma, se observó que la xilanasas y el tipo de empaque utilizado no tuvieron un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en los valores de pH de los panes (Figura 1).



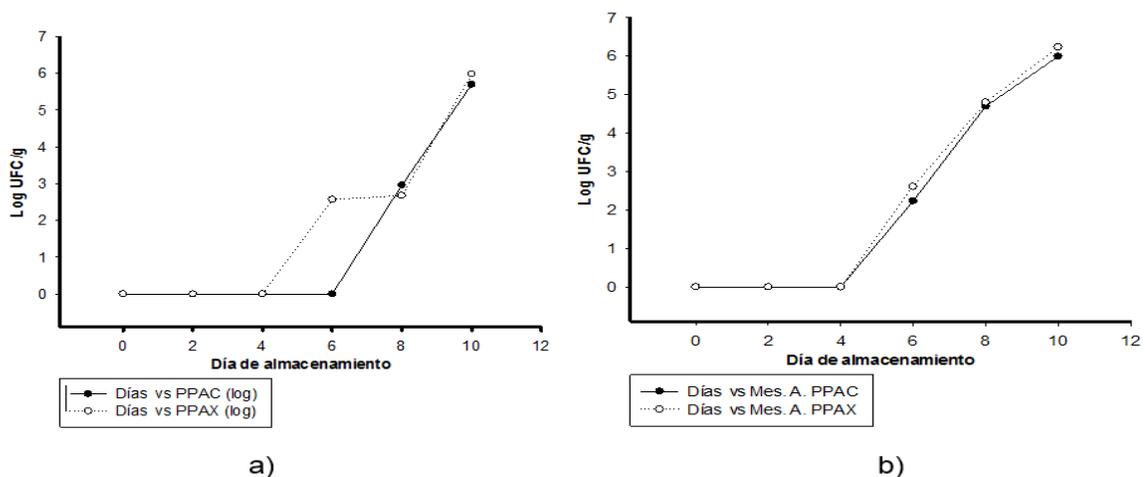
**Figura 1.** pH de los panes problema (PPAX) y testigo (PPAC) con respecto al tiempo.

En cuanto a los análisis microbiológicos, las bolsas de celofán tuvieron un efecto significativo ( $P>0.05$ ) en el recuento de mesófilos aerobios y de mohos y levaduras, dado conforme pasaba el tiempo, aumentaba el recuento de dichos microorganismos.

En la figura 2a y b, se puede observar este comportamiento, el cual puede ser justificado por el bajo efecto de impermeabilidad del tipo de empaque que se utilizó.

No se observó crecimiento de mohos en ninguno de los días de almacenamiento sino levaduras. Los grupos de levaduras Basidiomycetes contaminantes pertenecen a las especies de *Cry. albidus*, *Cry. laurentii* y *Rho. Glutinis* (Obrera, 2004).

Sin embargo, no creció en ninguna de las muestras organismos coliformes totales. Por lo que los panes fueron producidos en buenas condiciones de higiene.



**Figura 2.** Desarrollo de los análisis microbiológicos durante el almacenamiento a) mohos y levaduras b) mesófilos aerobios.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta sesión experimental, las bolsas de celofán no contribuyeron a la conservación de los panes, debido a su alta capacidad de intercambiar humedad y compuestos volátiles con el ambiente de almacenamiento.

Con los resultados obtenidos de la primera etapa se pretende estudiar el efecto de otros tipos de empaques en la vida de anaquel de los panes y posteriormente

realizar análisis sensoriales con un panel de jueces entrenados para estudiar los efectos de la xilanasa (SRLX1) en las propiedades organolépticas de los panes durante su almacenamiento. De igual forma, se realizarán las pruebas reológicas y toxicológicas de los mismos.

## REFERENCIAS

Álvarez, C. J., Hernández, D. E. M., Arana, C. A., Díaz, G. G. & Mercado, F. Y. (2013). Purification and characterization of xylanase SRL1 from *Sporisorium reilianum* grown in submerged and solid-state fermentation. *BioResources* 8 (4), 5309-5318.

Bowles, L. In Hebeda, R., Zobel, H. (1996). Amylolytic enzyme. *Baked goods freshness: Technology, evaluation and inhibition of staling*. New York: Marcel Dekker.

Frazier, W. C. (2003). Microbiología de los alimentos. Zaragoza: Acribia, S. A.

Howard, R. L., Abotsi, E., Jansen Van Rensburg, E. L. & Howard, S. (2003). *Lignocellulose, biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production*. *Afr. J. biotechnol.* 2, 602-619.

Método para la cuenta de bacterias en placas. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación. 12 de diciembre de 1995.

Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación. 15 de agosto de 1994.

Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación. 15 de agosto de 1994.

Obrerón, R. (2004). Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Revista Cubana de Salud Pública* 30 (3).

Polizeli, M. L. T. M. A., Rizzatti, C. S., Monti, R., Terenzi, H. F., Jorge, J. A. & Amorim, D. S. (2005). Xylanases from fungi: properties and industrial applications. *Appl Microbiol Biotechnol.* 67, 577–591.

Sánchez. L. J. A. (2016). Efecto de la xilanasa (SRXL1) y aspertil proteasa (Eap1) producidas por *Sporisorium reilianum* sobre las propiedades organolépticas en productos de panificación. (Tesis inédita de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior del oriente del Estado de Hidalgo, Apan, Hidalgo.

Sharma, P & Kumar A. (2013). Xylanases: An overview. *British Biotechnol J.* 3(1), 1-28.

Stanley, P., Cauvain, S. Y. & Linda, S. Y. (2002). Fabricación de pan. Zaragoza: Acribia, S. A.

# ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN ABLANDADOR Y SAZONADOR ADICIONADO CON ENZIMAS DE ORIGEN MICROBIANO PARA SU USO EN LA INDUSTRIA CÁRNICA



Autores:

Aneth N. Velazquez Castillo  
María del Carmen Ávila  
Ramírez  
Erik Gómez Hernández  
Edna María Hernández  
Domínguez

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo  
CA-Industrias alimentarias

[ehernandez@itesa.edu.mx](mailto:ehernandez@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

En México, uno de los principales problemas que se presenta en la obtención de carne bovina de buena calidad es que las principales razas sacrificadas en los rastros son de tipo cebuino y animales viejos, y estos nos dan carnes duras. La blandura de la carne se da por mecanismos que permanecen desconocidos y, se han propuesto diferentes factores tales como: la edad del animal, componentes individuales y características de la especie, entre otros, es por eso que se pretende elaborar y caracterizar un ablandador adicionado con enzimas de origen microbiano extraído de *Sporisolium reilianum* el cual es un fitopatógeno del maíz obteniendo Aspartil Proteasa (Eap 1), el proceso consta de realizar pruebas fisicoquímicas a: la carne de suadero, pierna de cerdo y cuando estas se le adicione la enzima previamente liofilizada, cabe mencionar que el proceso se realizará en el Instituto Tecnológico Superior Del Oriente del Estado de Hidalgo.

**Palabras clave:** Aspartil Proteasa, *Sporisolium reilianum*, carne

## INTRODUCCIÓN

En México, uno de los principales problemas que se presenta en la obtención de carne bovina de buena calidad es que las principales razas sacrificadas en los rastros son de tipo cebuino y animales viejos, y estos nos dan carnes duras.

La blandura de la carne se da por mecanismos que permanecen desconocidos y, se han propuesto diferentes factores tales como: la edad del animal, componentes individuales y características de la especie, diferentes músculos, entre animales de una especie y entre músculos almacenados a diferentes temperaturas posmortem. Según su uso el ganado bovino está clasificado como ganado de leche o de carne, siendo esta última uno de los principales alimentos en cuanto a su valor nutricional, y es aceptada por los consumidores por su sabor y sensación de saciedad que proporciona. Relativamente, la carne de bovino es considerada como una fuente alimenticia económica comparándola con carne de otras especies, siendo un alimento completo ya que contiene de un 55 a 78 % de agua y de un 15 a un 22 % de proteína. Si tomamos en cuenta que las carnes duras, necesitan de ablandamiento para que tengan buena demanda, se han estudiado métodos para lograrlo, entre estos tenemos: inducción de iones de calcio, marinación y adición de enzimas proteolíticas (Mandujano-González *et al.*, 2013).

## ANTECEDENTES

De todas las características sensoriales que contribuyen a la calidad de la carne, la blandura es probablemente la más importante a la hora de su consumo, ya que ésta es una parte fundamental en cuanto a la aceptabilidad o rechazo por parte del consumidor. La dureza de la carne depende de un gran número de factores biológicos intrínsecos, tales como la raza, edad, sexo, alimentación y tipo de músculo, así como de factores de manejo de los animales antes de su sacrificio y de las condiciones posmortem de la carne y la canal (Hui, 2012). Hablando del consumo de carne, la carne cerdo es la más consumida en el mundo, su producción mundial duplica la de carne de res y es más del doble de la producción de pollo. El volumen de producción anual mundial de cerdo es poco menos de 100 millones de toneladas. En el 2005, el promedio mundial de consumo per capita de carne de

cerdo fue de 16 kg, sólo en los países desarrollados el promedio es de 20, 30 y hasta 40 kg (Bobadilla *et al.*, 2010). Sin embargo la producción de carne de res en canal del 2012 al 2013, a nivel nacional disminuyó fluctuando de 1, 820,547 a 1, 806,758 toneladas, en el estado de Guanajuato aumentó pasando de 45,856 a 54, 855 toneladas, y el incremento fue más considerable en el municipio de Irapuato, donde varió de 2,200 a 7,494 toneladas (SIAP, 2012, 2013). En términos generales, la carne de ganado bovino constituye un excelente alimento para el ser humano, al estar compuesta de 75% agua, 19% de proteína, 3.5% de sustancias no proteicas solubles y 2.5% de grasa. La grasa es la forma energética más concentrada en los bovinos y cuando se deposita intermuscularmente incrementa la suavidad de la carne (Martínez-Jaime *et al.*, 2016)

### ***Sporisorium reilianum***

Es un patógeno que origina la enfermedad del carbón de la espiga, se manifiesta en las espigas masculinas, destruyendo por completo la mazorca que se encuentra en el suelo, en donde sobrevive en forma de teliosporas, las cuales son esféricas o subesféricas, equinuladas, de color café amarillento (Fig. 1 cepa de *Sporisorium reilianum*) que van de pálido a rojizo oscuro o negro, éstas al germinar producen una estructura denominada promicelio a partir del cual se generan cuatro basidiosporas haploides de diferente compatibilidad sexual (Pérez-Camarillo *et al.*, 2009).

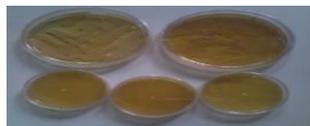


Fig. 1 Cepa de *Sporisorium reilianum*

La Aspartil proteasa (Eap1) que se encuentran en *Sporisorium reilianum* son de alta actividad y estabilidad en el intervalo de pH ácido, por lo que tienen importantes aplicaciones industriales, especialmente en la industria de procesamiento de alimentos, (Fig. 2 *Sporisorium reilianum* a través del microscópico) el cual es una fuente importante de producción de enzimas (Mandujano González, *et al.*, 2013).

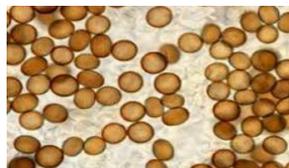


Fig. 2 Observación microscópica de las levaduras de *Sporisorium reilianum* crecido en medio de cultivo YPD.

## MARCO TEÓRICO

### Carne

Es el conjunto de músculos esqueléticos de los animales de abasto que se utilizan como alimento junto con el correspondiente tejido conjuntivo, vasos, nervios y tejido graso. Por tanto, cuando se habla de carne se refiere a las partes comestibles de los animales de abasto, incluida la sangre. Los animales de abasto son los que se utilizan para la alimentación y son de las especies bovina, porcina, ovina, caprina y equina, las aves de corral, y la carne de caza silvestre (Dorado, 2013).

### Características organolépticas

Las características organolépticas también se denominan características sensoriales, ya que a simple vista el consumidor puede valorar si la carne presenta o no un buen aspecto, observando el color, la textura, la consistencia y si se encuentra en buen estado, dependiendo del olor que desprenda (Dorado, 2013).

Las características organolépticas de la carne son las siguientes:

### Color

El color de la carne de las especies de abasto varía desde tonos blanquecinos-rosados a tonos más rojos o marrones (Dorado, 2013).

Esta variedad de tonalidades dependen de una serie de factores: Especie, edad, sexo, ejercicio y altitud en donde se encuentra el animal. El efecto del color de la carne en la edad de sacrificio es muy importante. Las diferencias entre animales jóvenes (ternero) y animales adultos (vaca, toro) son apreciadas por todos los consumidores. El pigmento de mioglobina aumenta con la edad y más rápido al llegar a viejo. El estado químico de la mioglobina también es importante: con oxígeno el pigmento está en forma de oximioglobina, que le confiere a la carne un color rojo brillante, sin oxígeno, le aporta un color púrpura, y en forma de

metamioglobina, cuando se oxida, un color marrón. En este último caso, muchos consumidores no compran la carne (Dorado, 2013).

### **Terneza**

La terneza de la carne depende de la textura, la cual, está denominada por la cantidad de tejido conjuntivo que la forme, es decir, cantidad de colágeno y de fibras musculares. De este modo, carnes con gran proporción de tejido conjuntivo van a tener mayor textura y, por tanto van a ser más duras. Esta característica es importante en restauración, pues determina el tiempo método de cocción al que tiene que ser sometida, para garantizar la terneza de la misma. La terneza es la característica más apreciada de los consumidores, porque determina la facilidad para morder y masticar la carne (Dorado, 2013).

### **Jugosidad**

La jugosidad determina la consistencia de la carne, está condicionada por el contenido de tejido conjuntivo. Las carnes que presenten menos cantidad de tejido conjuntivo tendrán menos capacidad para retener agua en el músculo, dando lugar a carnes más exudativas que aquéllas que tengan mayor proporción del mismo (Dorado, 2013).

### **Sabor**

La carne debe tener un aroma suave y ligeramente salado. El sabor se debe a los compuestos aromáticos volátiles y a los sápidos no volátiles, componentes vehiculados por la grasa. El sabor de la carne va a depender de la alimentación del animal, la edad y las condiciones de maduración de la carne (Dorado, 2013).

### **Enzimas utilizadas para el ablandamiento de la carne**

La carne es un excelente sustrato para la proliferación y crecimiento microbiano, así como para las reacciones enzimáticas, tiene un contenido de proteínas entre 16% y 22% del cual alrededor de 1.5% en nitrógeno no proteínico. El contenido de carbohidratos es aproximadamente de 1%. Solo cuando el contenido de otros

nutrimentos simples se ha acabado, los microorganismos utilizan las formas más complejas como las proteínas. A continuación, en la tabla 1 se muestran algunos casos de aplicación de enzimas para el ablandamiento de carne.

Tabla 1 Casos de aplicación de enzimas para el ablandamiento de carne

Tipo de enzima	Autores y año	Evaluación	Carne	Modo de aplicación	Resultado
Origen bacteriano	Badui (1984), Takagi y cols. (1992)	Efecto de ablandamiento de la enzima elastasa alcalina producida por el microorganismo <i>Alkalophilic Bacillus</i> sp. Cepa Ya-B.	Res	Soluciones de enzimas inyectadas en un musculo de la pierna del bovino.	Su actividad de ablandar fue 60 a 200 veces más que la papaína y la Bromelina.
Origen vegetal	Chambers y Bowers (1993).	Efecto de ablandamiento de la papaína	pavo	Por medio de inyecciones	Se produjo una degradación extensiva de las fibras musculares, incluyendo la destrucción completa de sarcolema, así como las estrías y desaparición del núcleo
Endógenas del músculo	Zeece y cols. (1992).	Efectos de catepsina en diversos tejidos.	No específico	Observación y análisis	Actúan en el ablandamiento postmortem.

(Hui, 2012). *Ciencia y Tecnología de Carnes*.

La suavidad de la carne es la característica final resultante del proceso de maduración postmortem, tiene un efecto fundamental en la calidad de la carne, en la Tabla 2 se muestran los métodos de ablandamiento en carne. Otras técnicas se han probado para aumentar la suavidad del producto final o evitar el endurecimiento durante las operaciones postmortem (acondicionamiento y almacenamiento) (Hui, 2012).

Tabla 2. Métodos de ablandamiento en carne

Método	Descripción	Autores
--------	-------------	---------

Marinado	Marinación por mezclas de vinagre, vino, sal y especias o aplicando $\text{CaCl}_2$	Pérez Chabela y cols., 1998.
Posturas no convencionales	La posición más común es la suspensión por el tendón de Aquiles, el peso de la canal alarga algunos músculos, mientras que la suspensión pélvica favorece el alargamiento de los músculos del lomo.	Dransfiel, 1994; Hostetler y cols., 1972; Bouton y cols., 1973.
Deshuesado en caliente (prerigor)	Las canales tienen mejores características funcionales en cuanto a propiedades hidrodinámicas de las proteínas miofibrilares cuando se procesan antes de la rigidez cadavérica.	Guerrero y cols., 1998.
Estimulación eléctrica	La aplicación de estimulación eléctrica a canales de animales recién sacrificados aumenta la velocidad de la glucólisis y reduce el tiempo de advenimiento del rigor mortis.	Pearson y Dutson, 1985.
Presurización	Las altas presiones (una hora a 1500 atmósferas rompe la estructura muscular y promueve la suavidad del músculo.	Kennick y cols., 1980., Dransfield, 1994 & Cheftel y Culioli 1997.

(Hui, 2012). *Ciencia y Tecnología de Carnes*.

## OBJETIVOS

### General

Caracterización fisicoquímica y sensorial de carne adicionada con el ablandador y sazónador adicionado con enzimas de origen microbiano, mediante un análisis químico proximal y entrenamiento de jueces sensoriales para su uso en la industria cárnica.

### Específicos

- Obtención de la Aspartil proteasa (Eap1) a partir de *Sporisorium Reilianum* mediante fermentación líquida.

- Secado de cebolla y ajo en estufa convencional, para su uso en el sazonador.
- Diseño de las diferentes formulaciones del ablandador y sazonador.
- Determinación de esfuerzo al corte en carne de arrachera y suadero mediante texturómetro.
- Determinación de esfuerzo al corte en carne de arrachera y suadero adicionada con ablandador y sazonador mediante texturómetro.
- Caracterización fisicoquímica y sensorial en carne de arrachera y suadero adicionada con ablandador y sazonador.
- Realizar análisis estadístico de los resultados obtenidos.

## GRADO DE INNOVACIÓN

El grado de innovación de este proyecto se explica en los siguientes puntos:

- Se está realizando el estudio con una nueva fuente de producción de Aspartil proteasa en el ámbito de investigación.
- La prueba de la Eap1 como ablandador en productos cárnicos permitirá comprobar sus efectos tanto en las propiedades reológicas como en las propiedades sensoriales de estos productos.
- Este proyecto permitirá conocer las condiciones favorables al mantenimiento de las ventajas tecnológicas proporcionadas por la Eap1, no incluyendo el uso de ningún conservador.
- Es el primer estudio sobre la aplicación de Eap1 sobre productos cárnicos.

## METODOLOGÍA

La cepa de *Sporisorium reilianum* utilizada fue proporcionado por el Dr. Santos Gerardo Leyva Myr, 74 de la Universidad Autónoma Chapingo México. *Sporisorium reilianum* se creció en medio sólido utilizando medio YPD (1% extracto de levadura, 2% de peptona y 2% de glucosa), se produjo la enzima Aspartil proteasa a 28°C por 48 horas, al sembrarla por estría cruzada conservándose por 7 días, después se liofilizo en la Universidad Politécnica de Pachuca, debido a que la institución no cuenta con equipo especializado, para medir la actividad enzimática, se utilizara el

modificado de Lowry para medir la cantidad de proteína, la enzima se añadirá a carne de suadero y arrachera (realizándose a cada una de ellas pruebas fisicoquímicas) teniendo un corte de 10 x 5 cm evaluando el efecto de ablandamiento de 12-24 hrs. Contando con un blanco, se ablandara por separado cada tipo de carne con ablandador comercial y enzima, evaluando el esfuerzo de corte mediante un texturómetro, se entrenaran un equipo de jueces de la materia evaluación sensorial con carnes enblandecidas, tratadas con productos comerciales una vez finalizado el entrenamiento se les proporcionara las carnes sometidas al tratamiento de enblandecimiento por medio de la enzima, emitiendo el grado de ablandamiento según su criterio, los resultados se analizaran y evaluaran mediante análisis estadísticos. A continuación, se muestra la metodología gráfica (Fig.3), que se llevó a cabo, para realizar las pruebas fisicoquímicas (humedad y cenizas) en carne de suadero y pierna de cerdo.

Como se muestra la carne de res y cerdo, fue pesada y molida por separado, se pesó 5 gr de muestra en cada uno de los crisoles metálicos (6 crisoles en total), estos fueron llevados previamente a peso constante durante 12 horas aproximadamente a 130 °C, después se colocaron los crisoles con la muestra en una estufa convencional a 130 °C por 1 hora, con este método de humedad se eliminó el agua de la carne, por lo que se obtuvo muestra seca, la cual fue triturada en un mortero de cerámica, de igual manera se utilizaron crisoles de metal llevándolos a peso constante en una mufla durante 2 horas aproximadamente a 500 °C, después se pesaron 5 g muestra seca en cada uno de ellos, estas fueron precalcinadas con ayuda de un mechero, tripie y triangulo de porcelana, hasta que cada una dejó desprender humo, posteriormente fueron llevados a mufla a 500 °C durante 2 horas, obteniendo cenizas de color blanco, las cuales se dejaron enfriar en el desecador por 12 minutos. Cabe destacar que las pruebas fueron realizadas en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo siguiendo la metodología de (Bradley, 2010).



3a. La carne es pesada



3b. Molienda de carne



3c. Pesado de carne



3d. Prueba de humedad



3e. Trituración de carne



3f. Peso constante de crisol



3g. La carne es llevada a incineración



3h. Muestra llevada a mufla



3i. carne salida de mufla

## CONCLUSIONES

Fig. 3 Metodología realizada en pruebas fisicoquímicas (humedad y cenizas) en carne de res y suadero.

- Hasta el momento se ha realizado la conservación de la cepa así como las pruebas fisicoquímicas (humedad y cenizas) de carne de puerco y res.

## REFERENCIAS

Bobadilla Soto, E.E., Espinoza Ortega, A., & Martínez Castañeda, F.E. (2010). Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(3), 251-268

Bradley, R.L. (2010). Moisture and total solids analysis. En S.S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (pp.17-19). New York, USA: Springer.

Dorado, E. (2013). Acondicionamiento de la carne para su comercialización. INAIO108. Editorial: IC Editorial.

Hui, Y. (2012). *Ciencia y Tecnología de Carnes*. México, D.F. Editorial: LIMUSA S.A DE C.V

Mandujano-González, V., Arana-Cuenca, A., Anducho-Reyes, M. A., Téllez Jurado, A., González-Becerra, A. E., and Mercado-Flores, Y (2013) "Biochemical study of the extracellular aspartyl protease Eap1 from the phytopathogen fungus *Sporisorium reilianum*," *Protein Expr Purif* 92(2): 214- 222

Martínez- Jaime, O.A., Hernández- Hernández, R., Mendoza-Carillo, J.M., Bucio-Villalobos, C.M., & Salas-Araiza. M.D. (2016). EFECTO DEL CLORURO DE CALCIO Y ENZIMAS PROTEOLÍTICAS SOBRE LA BLANDURA DE LA CARNE DE RES.

Pérez- Camarillo, J., Bobadilla, M., Martínez, E., Vázquez, G., Garrido, E., & Mercado-Flores, Y. (2009). Caracterización fitosanitaria de genotipos de maíz bajo condiciones de riego y evaluación del impacto en el proceso de transformación. 24, 4-12.



# Ciencias Sociales



## ALTERED TIME



Autores:

Álvarez Linarte Iris Jocelyn

Brenda Espinosa Gómez

Daisy Ponce Solano

Vázquez Cirilo José Eduardo

Luis Roberto Morales Manilla

María del Carmen O.

Hernández Pérez



Universidad Politécnica De  
Tulancingo

[luisr.morales@upt.edu.mx](mailto:luisr.morales@upt.edu.mx)

[mariac.hernandez@upt.edu.mx](mailto:mariac.hernandez@upt.edu.mx)

### Resumen

Actualmente, dentro de los salones de clases surgen problemas de aprendizaje por los métodos de enseñanza existentes, dificultando la comprensión de ciertos temas por los estudiantes, quienes al final del día no logran comprender u olvidan lo que en el transcurso de la clase fue enseñado, Altered Time es un proyecto basado en la mejora del aprovechamiento de los estudiantes dentro y fuera del aula mediante videojuegos. A través de los videojuegos, los estudiantes pueden adquirir y reforzar conocimientos desarrollados durante las clases, dejando en claro que no solo son herramientas lúdicas, también son herramientas didácticas que permiten poner en práctica estrategias innovadoras que potencien la habilidad de los alumnos para aprender mediante videojuegos.

**Palabras clave:** Educación, aprendizaje,

## INTRODUCCIÓN

Los métodos de enseñanza clásicos que se ofrecen en el país resultan ser obsoletos para la época en la que nos encontramos. Esto es un factor crítico para el aprendizaje de los alumnos, el mantener lecturas prolongadas provoca tedio y el alumno pierde el interés por los temas abordados en clase, haciendo que su aprendizaje sea limitado y el conocimiento dure menor tiempo en su memoria.

Hoy en día, la tecnología forma gran parte de la vida cotidiana de la sociedad, la mayoría de los niños ahora prefieren jugar videojuegos y las comunidades de gamers han ido en aumento. Es por eso que se ha decidido crear un videojuego lúdico que por nombre lleva Altered Time, el cual tiene como objetivo proveer una forma simple y divertida de aprender.

Altered Time se clasifica como una aventura gráfica basada en la historia de un joven científico, quien tendrá que viajar a través de distintas épocas para recuperar las piezas de una máquina del tiempo, para así lograr restaurar el orden en el mundo. Además de tener un mejor conocimiento de la historia universal, el jugador se enfrentará a una variedad de obstáculos, los cuales le permitirán desarrollar habilidades para la toma de decisiones y la resolución de problemas, permitiendo a su vez hacer parte de la historia desarrollada al usuario.

## OBJETIVOS

### *General*

Desarrollar un videojuego para niños, el cual pueda ser utilizado como herramienta didáctica.

### *Específicos*

- Investigar herramientas pedagógicas, así como métodos de enseñanza.
- Desarrollar la historia y modo de juego
- Diseñar personajes y escenarios propios de la historia

## ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN

El proyecto Altered Time está enfocado a la Historia a través de viajes en el tiempo, utilizando software de diseño y de desarrollo tales como Unity, Adobe Photoshop y hardware como Wacom, se pretende crear un videojuego que tenga un impacto tal en la educación de los niños y jóvenes en México aprendiendo de una forma más dinámica y eficaz.

Un videojuego es un juego electrónico en el que una o más personas interactúan, por medio de un controlador, con un dispositivo dotado de imágenes ya sea en 2D o modelos en 3D: para realizar estos diseños y modelos se necesita software especializado como una Wacom, la cual es una pantalla con lápiz interactivo especializada al desarrollo de diseño gráfico y modelado en 3D; el proceso de Altered Time usa una Wacom para los distintos diseños que se tienen, estos se ordenan en una storyboard, que es un conjunto de ilustraciones presentadas de forma secuencial con el objetivo de servir de guía para entender una historia, pre visualizar una animación o planificar la estructura de una película.

Cuando se tienen todos los escenarios y personajes trazados digitalmente, se deben compilar en Unity, el cual es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies, está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows,

OS X y Linux, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone, gracias a la alta compatibilidad con diversos dispositivos para su uso.

## METODOLOGÍA

*Nombre* SUM

*Objetivo*

La metodología SUM para videojuegos tiene como objetivos desarrollar videojuegos de calidad en tiempo y costo, así como la mejora continua del proceso para incrementar la eficacia y eficiencia de esta. Pretende obtener resultados

predecibles, administrar eficientemente los recursos y riesgos del proyecto, y lograr una alta productividad del equipo de desarrollo.

### *Especificación*

SUM adapta para videojuegos la estructura y roles de Scrum. Se utiliza esta metodología ya que brinda flexibilidad para definir el ciclo de vida y puede ser combinada fácilmente con otras metodologías de desarrollo para adaptarse a distintas realidades.

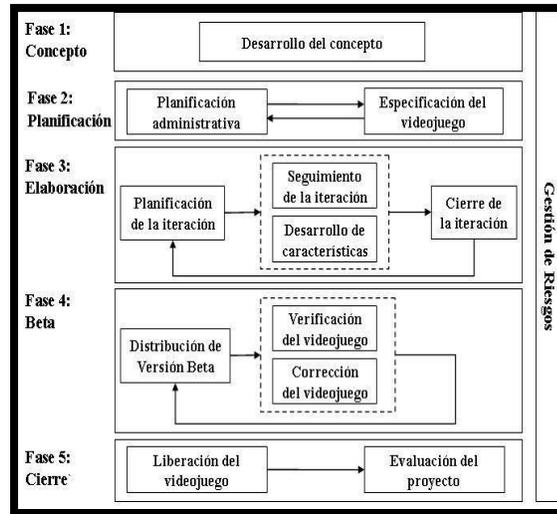
Para la adaptación se toma en cuenta la experiencia de las empresas de desarrollo de videojuegos que adaptan metodologías ágiles a nivel mundial.

### *Alcance*

- Equipos pequeños (de 2 a 7 integrantes).
- Proyectos cortos (menores a un año de duración).
- Equipos multidisciplinarios.
- Equipos que comparten un lugar de trabajo o están distribuidos.
- Alto grado de participación del cliente.

### *Proceso de Entrega*

El proceso de desarrollo se divide en cinco fases incrementales que se ejecutan en forma secuencial con excepción de la fase de gestión de riesgos que se realiza durante todo el proyecto. Las cinco fases secuenciales son: concepto, planificación, elaboración, beta y cierre.



**Figura 1.**Proceso de Desarrollo.

SUM se divide en cinco fases ejecutadas de forma secuencial incrementando la productividad al videojuego.

*Roles:*

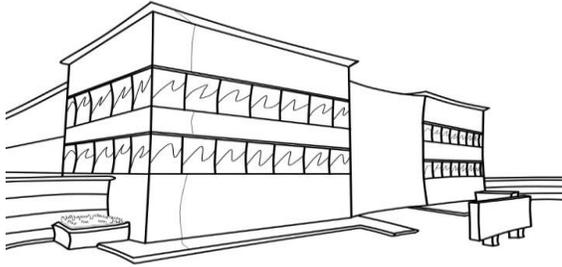
- Cliente: El cliente es el encargado de especificar y mantener la visión del videojuego esperado.
- Productor Interno: Participa en la definición de los objetivos y hace seguimiento del proyecto ayudando a resolver los impedimentos que ocurren en el proyecto y lleva a cabo acciones para mejora continua.
- Verificador Beta: Son los designados para realizar la verificación, fundamentalmente durante la etapa Beta del videojuego.

*Equipo de Desarrollo:*

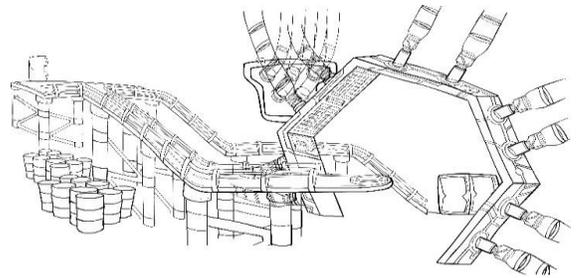
- Diseñador de Juego: El diseñador del juego diseña el gameplay, historia, ambientación, personajes, niveles y todos los elementos que hacen a la experiencia del jugador.
- Programador: El programador diseña, implementa y verifica el software que compone al juego.

- Artista gráfico: El artista gráfico crea todo el contenido gráfico del juego, incluyendo el arte de concepto, arte 2d, modelos 3d, animaciones y texturas.
- Administrador de ventas: El administrador de ventas es el encargado de realizar todos los estudios de mercado y manejar las finanzas del proyecto.

#### I. Resultados

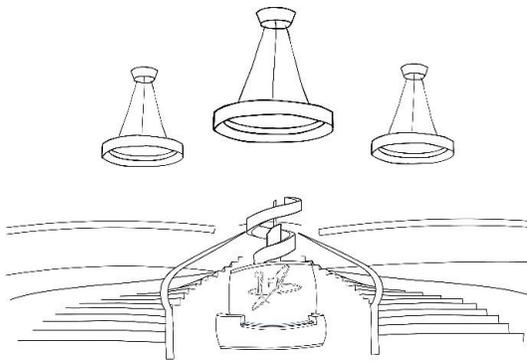


**Figura 2.** Laboratorio RFH  
(Research For Humanity)

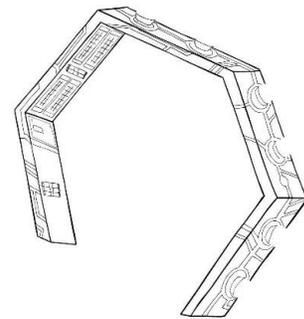


**Figura 3.** Habitación del Portal

Portal que permite hacer viajes en el tiempo



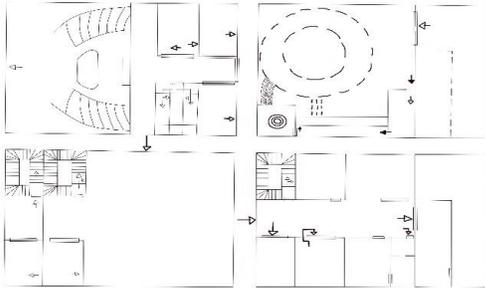
**Figura 4.** Lobby.



**Figura 5.** Portal (Individual).

Vista del Lobby de RFH.  
la línea temporal.

Compuesto de antimateria permite dar saltos sobre d



**Figura 6.** Mapa

Mapa del RFH



**Figura 7.** Laboratorio

Laboratorio principal con la supercomputadora

**Figura 8.** Personajes elegibles entre los niños para jugar.

## CONCLUSIONES

Altered Time tiene un enfoque educativo y sería un impacto en los niños de estudios de nivel básico: trabajando en conjunto con el plan de estudios, se aprovechará más la enseñanza didáctica y se obtendrán mejores resultados. Se pretende realizar posteriores pruebas con jugadores para recopilar información, corregir errores y aceptar sugerencias. Como equipo queremos realizar una empresa que desarrolle videojuegos como herramientas didácticas para facilitar el aprendizaje de diferentes temarios educativos y ser reconocidos en el mercado, para ello es que hacemos Altered Time y es un paso que nos aproxima más a la creación de nuestra propia empresa: The Lighthouse Studios.

## REFERENCIAS

Acerenza A., Nicolás y Mesa, Gustavo “Una metodología para desarrollo de videojuegos”, ASSE, 2009

García Fernandez, F. “Videojuegos: Un análisis desde el punto de vista educativo”, Civertice.com, 2005, consultada por internet el 8 de julio del 2016. Dirección de internet:

[http://www.academia.edu/6879703/Videojuegos\\_un\\_an%C3%A1lisis\\_desde\\_el\\_punto\\_de\\_vista\\_educativo](http://www.academia.edu/6879703/Videojuegos_un_an%C3%A1lisis_desde_el_punto_de_vista_educativo)

Padilla Zea, N. “El uso educativo de los juegos”, Artículo de Junta de Andalucía, 2011, consultada por internet el 25 de julio del 2016. Dirección de internet:

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/ishare-servlet/content/ce7a6030-f8ee-4ac0-aaa8-94d2f8fa28bb>

Storyboard That: The World's Best FREE Online Storyboard Creator, Clever Prototypes, 2016, consultada por internet el 25 de Julio del 2016. Dirección de internet:[http://www.storyboardthat.com/?utm\\_expid=58652488-12.9cWXBobVQt2PJSLLr6ADMQ](http://www.storyboardthat.com/?utm_expid=58652488-12.9cWXBobVQt2PJSLLr6ADMQ)

# Humanidades y Ciencias de la Conducta



# ANÁLISIS ECONOMICO-CULTURAL DEL SECTOR ALFARERO EN EL MUNICIPIO DE TEPEAPULCO HIDALGO



Autores:

Luis Antonio Cid Cruz

Yezzan Annel Fernández  
Sarabia

Diana Silvia Romero Sosa

Anette Vera Delgadillo

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo



Universidad de la Huasteca  
Hidalguense

[13030306@itesa.edu.mx](mailto:13030306@itesa.edu.mx)

[13030350@itesa.edu.mx](mailto:13030350@itesa.edu.mx)

[13030573@itesa.edu.mx](mailto:13030573@itesa.edu.mx)

[13030371@itesa.edu.mx](mailto:13030371@itesa.edu.mx)

## RESUMEN

La alfarería es una artesanía que muestra la cultura de la región, por lo cual se enfoca en el Municipio de Tepeapulco, Hidalgo donde se encuentran artesanos con los que se contactaron y comentaron la situación actual en la que sus ventas han descendido gradualmente en un periodo de tiempo, por tal motivo se decidió realizar una investigación sobre la situación económico-cultural de la alfarería. Por mencionar otro aspecto fundamental, la perdida de tradiciones en la elaboración de estos productos se observa que es por la falta de inversión, es decir; financiamiento necesario para la compra de materiales asimismo como la implementación de nuevas tecnologías en proceso de producción, los productos sustitutos han venido a revolucionar el mercado por el fácil acceso y variabilidad desapareciendo el interés por adquirir productos de barro por los consumidores.

**Palabras clave:** Económico-cultural, Sector alfarero, Tepeapulco, Hidalgo, artesanías.

## I. Introducción

El presente proyecto se realizó con la finalidad de conocer los principales factores que influyen en el comportamiento actual del sector alfarero, perteneciente al municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

En primera instancia se mencionan los objetivos para los que se realiza el estudio, el cual pretende identificar los factores que han influido con respecto al sector económico cultural en productos del sector alfarero. Una vez identificados los factores, se formularán estrategias para su comercialización, analizando el entorno socioeconómico para poder conservar el oficio antes mencionado.

En lo que respecta al apartado del estado del arte se refiere al desarrollo del tema de investigación en base al planteamiento del problema y tomando como referencia estudios anteriores sobre el tema. La presente investigación se encuentra iniciando la etapa de experimentación.

Por otro lado se menciona el tipo de estudio, el enfoque y los instrumentos de medición; los cuales serán aplicados a cierto porcentaje de la población para conocer las opiniones sobre el tema. De igual manera se emplea una encuesta a los artesanos de la alfarería para conocer qué tipos de factores les han afectado para poder comercializar su producto.

Finalmente se señalan los resultados obtenidos hasta el avance de la investigación y se concluye con los comentarios finales por parte del equipo que desarrolla el proyecto.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar los factores que influyen con respecto a la situación económico-cultural en productos del sector alfarero en el municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

### Específicos

- Objetivo específico 1. Conocer el por qué las amas de casa adquieren productos sustitutos de la alfarería.
- Objetivo específico 2. Evaluar el impacto de productos sustitutos en relación a los productos del sector alfarero.

- Objetivo específico 3. Implementar estrategias para la comercialización del producto del sector alfarero.
- Objetivo específico 4. Analizar el entorno socioeconómico en base a los ingresos que percibe la alfarería.
- Objetivo específico 5. Preservar el sector alfarero en el Municipio de Tepeapulco.

## **ESTADO DEL ARTE/GRADO DE INNOVACIÓN**

En relación con la investigación que se está realizando, existen algunos estudios previos, en este sentido se llevó a cabo una investigación para conocer si se han realizado estudios previos de alfarería, cuales aspectos y factores se tomaron en cuenta para realizar los presentes estudios en diferentes años que a continuación se despliegan:

El estudio realizado en el año 2003, se lleva a cabo un estudio de mercado en el cual se establecen objetivos sobre la alfarería, aquellos métodos que se emplearon para este estudio y las fuentes que se utilizaron.

Se analizó la oferta es decir la cantidad de bienes que están decididos a poner a disposición del mercado a un precio determinado y cuáles son los factores que influyen a la oferta, pero sin olvidar la comercialización con la que cuenta la alfarería y recordando que en distintas partes tanto del país como en el estado se pierde todo este tipo de productos.

La problemática es conocer cuáles son aquellas situaciones por las cuales la alfarería ha perdido gran parte del mercado de venta y distribución. Consulta 2016 (Servin, Mexico Desconocido, 2001)

El estudio del año 2012, se realizó una investigación de mercado en la cual se abarca cual es la materia prima que se utiliza, el proceso que se lleva a cabo y como es la comercialización.

Se analiza un estudio de mercado, el perfil del consumidor en el que se identifican hombres y mujeres de 24 años, teniendo a la mujer como consumidor potencial porque son las que por naturaleza ven las necesidades del hogar sin olvidar de qué manera se comercializan. En este mismo estudio uno de los problemas es que muchas micro-pequeñas empresas dedicadas a esta profesión

no tienen apoyo del estado para poder sobre-salir, la sustitución de productos de otro material y gracias a esto las ventas disminuyen notoriamente. (Mendoza, 2014)

El estudio del año 2010, se realizó una investigación que tiene como objetivo general: analizar los aspectos en distintos tipos de contextos, a fin de obtener pautas de identidad económica y/o significación cultural en el aprendizaje alfarero, el estudio de variables tecnológicas del análisis cerámico; análisis que forma parte de la investigación.

Además de lo señalado, muchos estudios revelan la importancia de factores económicos, identidad, status social, intereses políticos en las decisiones culturales sobre la tecnología, como señala Lemonnier: “Algunas veces, el simple uso de una herramienta en particular puede mostrar una función o un marcador social.” (Rodríguez, 2007)

Los estudios previamente mencionados consideran cuales son aquellos productos que se encuentran en el mercado de la alfarería así como su comercialización y producción. Mendoza (2014) señala el perfil del consumidor, considera a las mujeres como las principales demandantes de este tipo de artesanías para uso doméstico.

Rodríguez (2007) señala cuales son las decisiones económicas que se toman en cuenta para la distribución de la alfarería y como la tecnología se ha ido apoderando del proceso productivo y menciona como la compra de este producto se ha ido disminuyendo gracias a productos sustitutos producidos por otro tipo de material.

Considerando los aspectos mencionados, el estudio que se está realizando se encuentra en la etapa experimental ya que por tal motivo se evaluarán los factores que influyen en la demanda de productos del sector alfarero con respecto a la situación económico-cultural en el municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

## **METODOLOGÍA**

En el presente proyecto de investigación el área de estudio que se analizará será del sector alfarero sobre la situación económico-cultural de los mismos productos en el Municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

El enfoque que se utilizará en la investigación será mixto, dado que la parte cualitativa se evaluará el impacto de la pérdida de tradición en la elaboración de los productos alfareros, y en lo que respecta la parte cuantitativa se obtendrán estadísticas de cuáles son las principales razones que influyen en la disminución de ventas, establecimiento de precios y la producción que se elabora. El tipo de investigación que se implementará será analítica enfocada de manera descriptiva ya que se hará la definición de conceptos, selección de la muestra, aplicación del cuestionario y así mismo la aceptación o rechazo de la hipótesis.

De este modo el instrumento que se utilizará serán la encuesta que es una técnica para la recolección de datos mediante la aplicación de ciertos cuestionarios a una muestra seleccionada de individuos, para conocer las opiniones, actitudes y conocimientos sobre el tema a analizar para obtener resultados más concretos de manera eficaz de la población en general y de manera particular a los productos alfareros.

## **RESULTADOS**

Con la presente investigación se pretende verificar si la pérdida del consumo de la alfarería dentro del municipio de Tepeapulco, Hidalgo está basada en la calidad de la misma o en tradición degenerativa con las amas de casa pues esto genera una pérdida a largo y corto plazo pues como amas de casa intentan ahorrar el consumo de gas sin poner énfasis en lo importante de nuestras vidas que es la salud pues al utilizar materiales de aluminio es peligroso por las sustancias tóxicas que este desprende y de estar prolongadamente en esos materiales; lo principal es hacer conciencia en la ciudadanía que es importante por varias situaciones el consumo de todo lo que pertenece a nuestras raíces como es la alfarería sin descartar el ingreso que le proporcionamos a la comunidad además de tener una salud imprescindible, tomando en cuenta que las instituciones gubernamentales no aportan ningún beneficio económico para solventar en algunas necesidades de alfarero, debido a que ellos están continuando con dichas tradiciones; de igual manera fomentan lo que es el turismo dentro de dicha comunidad.

Por todo lo señalado, se considera aplicar el método cuantitativo para tomar estrategias para la implementación de los artículos artesanales que son utilizados

por el público en general, de tal manera que los artesanos alfareros sean de gran importancia para el municipio de Tepeapulco, Hidalgo se implemente y rescate una de las grandes tradiciones dentro de la comunidad, para implementar nuevamente las tradiciones y el turismo dentro de la región abordada. Por lo señalado anteriormente, se considera aplicar un modelo de estudio cuantitativo, que marcaría una pauta de análisis, donde se amplíe la información sobre la pérdida de interés de la sociedad del municipio de Tepeapulco, Hidalgo con respecto a las tradiciones implementadas en el estado de Hidalgo.

## **CONCLUSIONES**

Como resultado de la investigación podemos describir que nuestro proyecto no cuenta con resultados estadísticos ya que se encuentra en periodo de recolección de datos mediante los instrumentos ya mencionados. Algunas de las limitaciones que se detectaron en torno a la investigación, se observó que no cuentan con espacio suficiente para la elaboración de los productos, así mismo a la hora de hornear las artesanías su periodo de secado es tardado alrededor de un día. Al hablar del empaquetado de las artesanías se corre el riesgo que si no se tratan con delicadeza podrán ocurrir percances provocando la ruptura del producto por tal motivo los alfareros trabajan por medio de pedidos específicos pueden retrasar su producción y entregas tardías.

De igual manera como existen aspectos negativos cuentan con ventajas las cuales destacan entre ellos y son reconocidos por la región; por mencionar algunas, los artesanos les conviene producir en grandes cantidades, es decir les beneficia que sus clientes realicen pedidos para diferentes tipos de eventos, que el oficio antes mencionado tiene años dentro del mercado y ya cuenta con clientes estables, de igual manera cabe destacar que el gobierno del municipio aporta su apoyo para que la alfarería sea un arte reconocido en la región estudiada.

Se considera que este producto tiene una viabilidad ya que las pequeñas empresas que están establecidas en el municipio de Tepeapulco pueden crecer de

una manera considerable; hablando del entorno económico si esta tradición vuelve a reactivarse planteamos que este sector puede obtener nuevos ingresos y así contratar a nuevos trabajadores, las artesanías son un medio donde pueda llamar la atención en el sector de turismo ofreciéndolas en las actividades culturales que el ayuntamiento tiene por mencionar algunos como la feria industrial, el concurso nacional de huapango celebrado en el mes de octubre, entre otros eventos reconocidos y que han puesto los ojos en estas tradiciones.

## REFERENCIAS

*La crónica de hoy en Hidalgo.* (Abril de 2012). Obtenido de <http://www.cronicahidalgo.com/2012/04/intercambia-opinion-con-vecinos-de-tepeapulco/>

Lopez, C. (11 de Marzo de 2001). *Getiopolis*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

López, M. (2015). Guías prácticas del manejo de las demencias. *Revista Mexicana de Neurociencia* , 4-12.

Arteaga, S. (s.f.). *Computer Hoy*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-sombrero-que-ayuda-ciegos-orientarse-mejor-39825>

Artola, M. Á. (s.f.). *Cambio16*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://www.cambio16.com/reportajes/un-gps-para-ciegos-con-sonidos-3d-para-llegar-a-su-destino/>

Association, A. P. (2016). *American Psychological Association*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.apa.org/centrodeapoyo/estres-lugar.aspx>

Blain, M., Huggins, J., & Lee, H. (2013). Comunicación cortical alterada en la esclerosis lateral amiotrófica. . *Cartas en la neurociencia*, 543 , 172-176.

Digital, M. (27 de Abril de 2013). *Milenio.com*. Recuperado el Mayo de 2016, de [http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres\\_laboral-productividad-tips\\_emprendedores\\_0\\_507549519.html](http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres_laboral-productividad-tips_emprendedores_0_507549519.html)

*Dirección general de educación especial*. (s.f.). Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de SEV: <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>

*Electrónica Estudio*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.electronicaestudio.com/i/f/ArduinoUnoR3Front.jpg>

EFE. (s.f.). *Mundo Contact* . Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://mundocontact.com/dispositivo-wearable-ayuda-a-caminar-sin-baston-a-ciegos/>

Estreslaboral.INFO. (1 de Enero de 2015). *Estreslaboral.INFO*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://www.estreslaboral.info/sindrome-de-burnout.html>

Ferdeghini, F., & Lupi, D. (1998). Sistema de detección combinado para sensores ultrasónicos . *AADECA*, (págs. 514-519).

Garcia, C. R. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion del trabajo*. México: McGraw - Hill.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion de trabajo*. México: McGraw Hill.

González, L. F. (Septiembre de 2012). *UAQ*. Recuperado el 2016, de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/710/1/RI000302.pdf>

Gruis, K., Huggins, J., & Thompson, L. (2014). Una interfaz cerebro-computadora conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial. *Discapacidad y rehabilitación: Tecnología de asistencia, Volumen 9(2)* , 144-150.

Gutiérrez, E., & Alfonso, V. (2011). Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios. *Psicología Iztacala* , 349-368.

(1980). En N. M, & R. T, *El nuevo tesoro de la juventud* (págs. 67-76). México: CUMBRE.

- MaxElectrónica*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.maxelectronica.cl/169/sensor-ultrasonico-hc-sr04.jpg>
- Mendoza, A. (11 de Agosto de 2014). *Noticias Net*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de NoticiasNet: <http://old.nvnoticias.com/istmo/general/laboral/226736-alfareria-crisis-falta-apoyo>
- Meroño, C. (2000). *Ayuda técnica para personas ciegas y deficientes visuales*. VVAA. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.
- Miravalles, J. (2012). *Javier Miravalles*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.javiermiravalles.es/sindrome%20burnout/Cuestionario%20de%20Maslach%20Burnout%20Inventory.pdf>
- Morales, C. V. (s.f.). *Ceguera y Debilidad Visual*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de Wikispace: <https://cegueraydebilidadvisual.wikispaces.com/>
- mx, I. (26 de Agosto de 2015). *Informador.mx*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.informador.com.mx/economia/2015/611076/6/estres-laboral-afecta-a-empleados-y-empresas.htm>
- OMS. (enero de 2015). *organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Pastor, J. (s.f.). *Xataka*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://www.xataka.com/wearables/toyota-crea-un-wearable-para-ciegos-que-puede-asistirles-en-su-dia-a-dia>
- Riggs, J. L. (2012). *Sistemas de producción: Planeación, análisis y control*. México: Limusa Wiley.
- Rodezno, G. M. (Noviembre de 2009). *Universidad de Morelos*. Recuperado el 2016, de <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/300/1/Tesis%20Gloria%20Marina%20P%C3%A9rez%20Rodezno.pdf>
- Rodríguez, M. D. (16 de Julio de 2007). *La Jornada*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de La Jornada: <http://www.jornada.enam.mx/2007/07/16.com.mx>
- Sánchez, C. (s.f.). *hojaderouter*. Recuperado el 22 de septiembre de 2009, de eldiario.es: [http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston\\_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones\\_0\\_396160531.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html)
- Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>
- Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>
- Tepeapulco Hidalgo*. (16 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://tepeapulco.blogspot.mx/>
- Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)

# MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN LA REGIÓN DEL ALTIPLANO HIDALGUENSE



## Autores:

Andrea Curiel de la Rosa Lilia  
Laotzet Pérez Juárez Israel  
Yolanda Marlenne Rodríguez  
del Rey

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[13030025@itesa.edu.mx](mailto:13030025@itesa.edu.mx)

## Resumen

En el presente trabajo se realizará una evaluación de la atención oportuna de los pacientes de la región del Altiplano, tanto de Salud Pública como del sector privado; es evidente que los tiempos transcurridos en el proceso de atención de los pacientes, son prolongados, lo cual, puede afectar el curso de la patología, ya que el no recibir atención adecuada provoca afecciones severas o complicaciones, por lo cual se intentará demostrar si la atención es oportuna o no y de esta forma conocer la factibilidad de tener una clínica con las especialidades necesarias, disponibles para la atención del paciente.

Actualmente se contempla que un 46% de la población de la región del Altiplano Hidalguense no es derechohabiente a ningún servicio médico, lo cual implica que recurren a medicina privada, sin embargo, estos no cuentan con la tecnología, infraestructura, ni personal adecuados para la atención óptima de los pacientes causando consecuencias graves que pueden llegar a la muerte.

**Palabras clave:** Servicios de salud, esperanza de vida, control de enfermedades.

## I. Introducción

El presente estudio de investigación se realiza con la finalidad de demostrar que los servicios de salud otorgados en la región del Altiplano Hidalguense tienen áreas de oportunidad. Con éste propósito se evaluará la atención brindada por los servicios de salud públicos y privados de manera que se puedan presentar propuestas fundamentadas que coadyuven a erradicar esas áreas de oportunidad, logrando un bien para la población; para ello es necesario poner especial énfasis en los datos que se obtienen y la veracidad de los mismos.

Actualmente, en una sociedad tan desarrollada en el aspecto poblacional, se ha detectado que el nivel de mortalidad se ha incrementado debido a que los servicios de salud y el personal existente son insuficientes para atender todos los padecimientos, provocando que las enfermedades curables sean un peligro. Cabe mencionar que el sistema mexicano de salud comprende dos sectores, el público y el privado.

En México el aumento de la esperanza de vida y la creciente exposición a los llamados riesgos emergentes, relacionados en su mayoría con estilos de vida poco saludables, han modificado el cuadro de las principales causas de muerte, incluyendo ahí las muertes causadas por enfermedades que son curables y que sin embargo, no tienen la atención oportuna.

La prevención y el control de las enfermedades deben enfocarse en el desarrollo económico, el bienestar social, la estabilidad política y la seguridad nacional, ya que de ellos depende la buena salud de nuestra población. No puede existir progreso general sin un sistema de salud que responda a las aspiraciones de la población, la promoción de la salud constituye una estrategia clave del mejoramiento de los factores determinantes de la salud y la equidad.

La salud de los pacientes en la región del Altiplano debe ser prevenible y necesariamente curable para intentar disminuir la letalidad de las patologías ya que en la mayoría de los padecimientos se cuenta con los métodos diagnósticos oportunos, con alta sensibilidad y especificidad, sin embargo no son utilizados de manera óptima o no se cuenta con ellos en esta región, la cual está conformada por los municipios aledaños a Apan y su población residente es de 133,720 habitantes.

Es evidente que al analizar las oportunidades que se presentan y realizar mejoras en el sistema mexicano de salud se lograría un importante crecimiento para la sociedad de nuestra región, no únicamente en el área social con infraestructura, sino también en tecnología y economía.

Cabe destacar que se tomarán como base estudios anteriores realizados por prestigiadas instituciones, la investigación se realizará con base a una metodología que será detallada en el presente documento y se presentarán resultados reales y actuales.

## II. Objetivos

### II.1 General

Detectar áreas de oportunidad de los servicios de salud en la región del Altiplano Hidalguense mediante la recopilación y análisis de información estadística, para proponer soluciones de mejora que coadyuven a brindar una atención médica más oportuna a los habitantes de dicha región.

### II.2 Específicos

- Verificar la cantidad de población que no recibe la atención oportuna durante sus padecimientos.
- Revisar la cantidad de clínicas y hospitales con las que se cuenta en la región del altiplano.
- Investigar la tecnología utilizada para el diagnóstico y atención de los pacientes.
- Conocer el número de personas que laboran en áreas de la salud en la región del Altiplano Hidalguense.

## III. Estado del Arte/Grado de Innovación

Con relación a la problemática analizada, existen estudios previos, realizados por instituciones oficiales, como lo son el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), y la Secretaría de Salud de Hidalgo (SSH), los cuales arrojan datos estadístico de gran impacto.

Las siguientes tablas muestran la realidad acerca de la capacidad de atención que las instituciones de salud pueden brindar, así como el personal capacitado que labora en las mismas, agrupándolos por entidad y región.

**Tabla 1.** Capacidad hospitalaria, Estado de Hidalgo, 2014

	SSH	ISSSTE	IMSS ordinario	IMSS oportunidades	DIF	MEDICINA PRIVADA	TOTAL
CAMAS CENSABLES	713	119	288	201	81	361	1763

Carpeta Gerencial de Datos Básicos IMSS Oportunidades; DATAMART IMSS Ordinario; Sistema de Censo de Recursos Físicos Materiales y Humanos ISSSTE; SISPA, Sistema Único de Información, Hospital del Niño DIF.

**Tabla 2.** Personal capacitado, Estado de Hidalgo, 2014

TIPO DE PERSONAL	SSH	IMSS oportunidades	IMSS ordinario	ISSSTE	CRUZ ROJA	DIF	MEDICINA PRIVADA	TOTAL
Personal Médico	2768	126	614	256	57	172	210	4203
Personal de Enfermería	3523	282	966	370	72	212	348	5773
Paramédicos	0	0	0	0	271	69	0	340
Rescatistas	0	0	0	0	46	0	0	46
Personal de Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento	413	12	151	194	0	53	93	916
Personal administrativo	1511	36	1425	320	49	182	438	3961
Otros	494	0	0	0	0	0	0	494
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>8709</b>	<b>456</b>	<b>3156</b>	<b>1140</b>	<b>495</b>	<b>688</b>	<b>1089</b>	<b>15733</b>

Plantilla autorizada por recursos humanos en las diferentes instituciones.

**Tabla 3.** Capacidad hospitalaria, Región del altiplano Hidalguense, 2014

	ALMOLOYA	APAN	EMILIANO ZAPATA	TEPEAPULCO	TLANALAPA	MEDICINA PRIVADA	TOTAL
CAMAS CENSABLES	0	30	0	40	0	37	107

Servicios de salud de Hidalgo, Julio 2014

**Tabla 4.** Personal capacitado, Región del altiplano Hidalguense, 2014

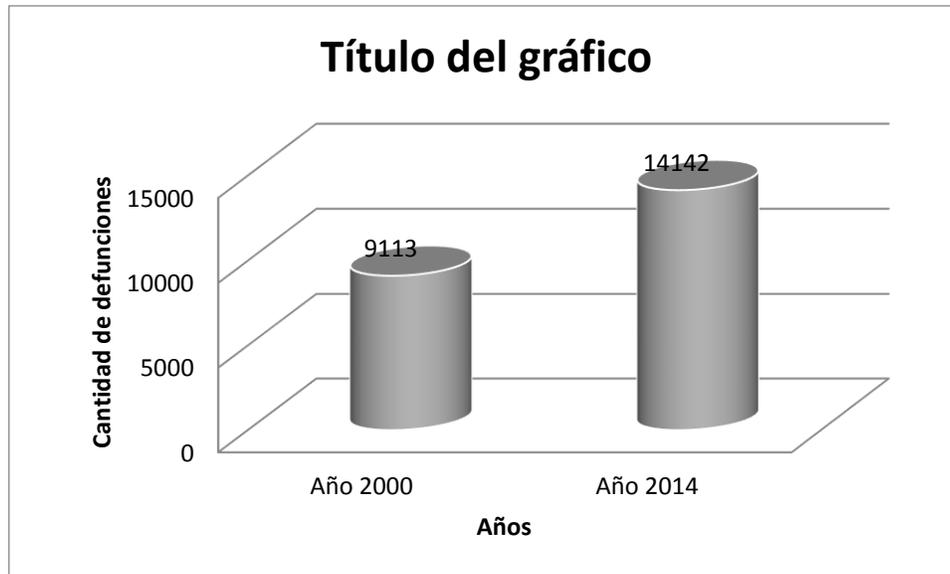
	Apan	Almoleya	Emiliano Zapata	Tepeapulco	Tlanalapa	Total Regional
Personal de la Salud	84	8	7	98	7	204

SEDESOL, 2014

Para mayor comprensión, es necesario establecer el índice de mortalidad, y su incremento en los últimos años, así como las causas por las cuales este índice ha incrementado, de esta manera se puede complementar la información anterior.

En la siguiente tabla, se muestran los datos de defunciones de los años 2000 y 2014, incrementando en un 55.18% la cantidad de defunciones en ese periodo.

**Gráfica 1.** Cantidad de defunciones en los diferentes años en el Estado de Hidalgo



INEGI, 2014

Del total de personas fallecidas en el año 2014 podemos destacar que entre las principales causas se encuentran algunas que pueden ser tratadas y/o prevenidas para mejorar la calidad de vida de las personas.

**Gráfica 2.** Principales Causas de Muerte en el estado de Hidalgo en el año 2014.

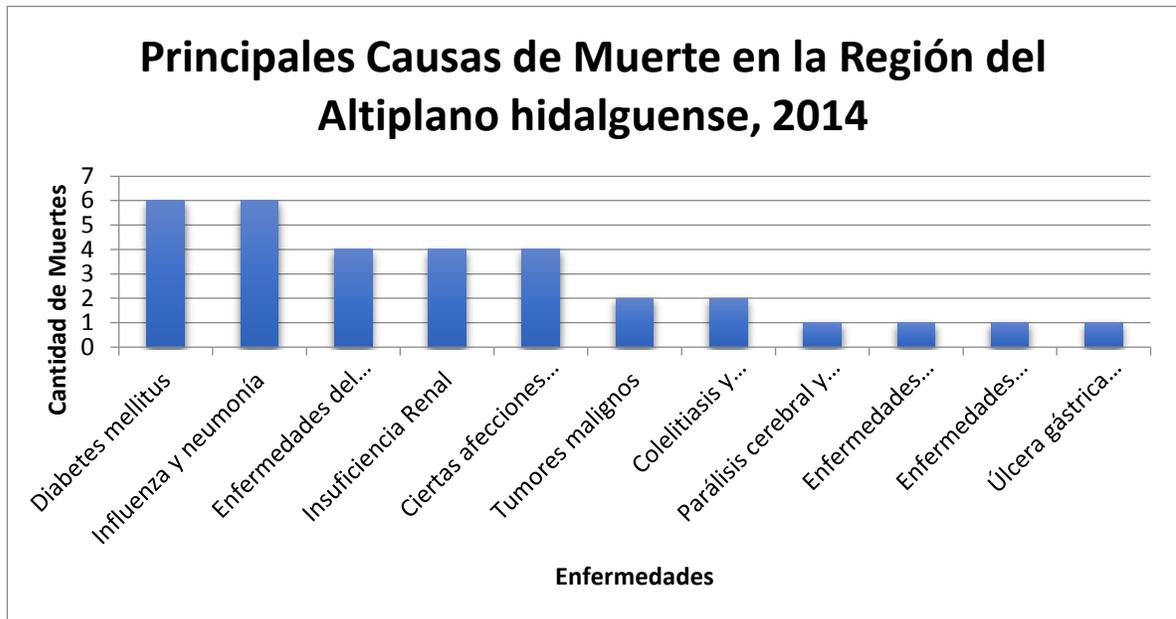


SH, 2014

A continuación podemos observar que, aun cuando en el estado la primer causa de muerte son las enfermedades del corazón, a nivel región, lo es la diabetes mellitus, que sin bien es una enfermedad crónica, puede

ser tratada a tiempo y prevenida en un adecuado sistema de salud.

*Gráfica 3. Principales Causas de Muerte en el la región del Altiplano Hidalguense en el año 2014.*



SSH, 2014

Con base a las estadísticas anteriores se pueden formular propuestas para el mejoramiento en el sector de la salud de la región, de tal manera que éstas beneficien a la población del lugar citado, teniendo como efecto el cumplimiento del objetivo del presente documento.

#### IV. Metodología

Se determina que la investigación que se realizará es de carácter mixto, debido a que tiene un enfoque cuantitativo al tener como apoyo estadísticas verídicas, y en cuanto al enfoque cualitativo se sustenta con un análisis de las estadísticas estudiadas, las cuales permitirán la realización de propuestas de mejora.

Para la presente investigación se buscaron, de manera profunda, los aspectos que permitirían tener un panorama general de la situación actual del sistema mexicano de salud, enfocándolo a la región del Altiplano, para determinar los ítems clave y delimitar la participación del trabajo en el mejoramiento de la sociedad actual.

El instrumento de recopilación de información que se utilizarán encuestas para comparar los datos históricos con los obtenidos. Las encuestas se realizarán a personal que labora en las instituciones de salud, así como a los usuarios de las mismas, para determinar, de una forma real, la tecnología utilizada, la suficiencia del personal, la capacidad del hospital, la eficacia del servicio, algunos factores económicos, y la preparación del personal; de esta manera se determinará la situación real y se analizará conforme el protocolo de investigación lo marca. Cabe destacar que los ítems utilizados están en escala de Likert, para su práctica tabulación y eficiente análisis, es importante mencionar que la encuesta para el personal que labora en las instituciones de salud cuenta con 12 ítems y la de los usuarios con 10 ítems, ambos de opción múltiple; otro factor importante es que las muestras serán determinadas con la fórmula correspondiente.

Para el análisis de los datos se hará una tabulación y posteriormente se graficará en hojas de cálculo, una vez obtenidos estos gráficos, se procederá a hacer una interpretación de los resultados.

Es evidente que los tiempos transcurridos en el proceso de atención de los paciente desde que se inicia un padecimiento hasta la realización de los métodos diagnósticos y tratamiento, son demasiado amplios, lo cual, muchas veces afecta el curso de la patología, ya que el no recibir atención adecuada provoca afecciones más severas o complicaciones, por lo cual se intentará demostrar si la atención es oportuna o no.

## **RESULTADOS**

Como ya se mencionó, se utilizarán encuestas al personal que labora en las instituciones de salud del Altiplano Hidalguense, para obtener las respuestas concretas de las personas más allegadas a éste servicio, se utilizarán preguntas de opción múltiple referentes a la suficiencia del personal así como del equipo médico y la infraestructura.

Una vez obtenidos los resultados y contemplando se demuestre que el problema planteado es real, se pretende realizar propuestas de mejora al sector salud público y privado tales como:

- ✓ Invertir en capital económico para infraestructura y recursos humanos que den abasto a las necesidades del Altiplano Hidalguense.
- ✓ Impulsar a la inversión privada a emprender para crear más infraestructura que atienda esta necesidad básica.

Es de suma importancia destacar que además del gran impacto en el aspecto de la salud, tendrá un realce importante en la economía de éste lugar con flujos de capital mayores y generación de nuevos empleos.

## **CONCLUSIONES**

Tomando como base el análisis de las tablas anteriores, se demuestra que es necesario poner especial énfasis en las mejoras del sector salud erradicando las áreas de oportunidad que se presentan actualmente, y considerando las propuestas planteadas previamente se logrará un bien para la región.

Las facilidades en el desarrollo del proyecto hacen referencia a que las fuentes de información que serán utilizadas son de fácil acceso y confiables, así como las propuestas para el desarrollo en el sector salud de la región del Altiplano Hidalguense. Sin embargo, también existen limitaciones como el hecho de la información más reciente con la que se cuenta es del año 2014.



## REFERENCIAS

Secretaría de Salud. (Sin fecha). *Programa Estatal de Salud*. Recuperado el 6 de Agosto de 2016 de [http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/NormatecaE/Archivos/Programa\\_Salud.pdf](http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/NormatecaE/Archivos/Programa_Salud.pdf)

Servicios de salud de Hidalgo. (Julio 2014). *Diagnóstico Sectorial de Salud 2014*. Recuperado el 06 de agosto de 2016 de: <http://s-salud.hidalgo.gob.mx/?p=1630>

Jurisdicción Sanitaria XI Apan, Base del SEED, 2014.

Hospital General del Altiplano, Base del SEED, 2014

INEGI. (Diciembre 2014). *Perspectiva estadística*. INEGI, Servicios de Salud y población

SEDESOL. (2014). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago*. SSH, Servicios de Salud



# ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE ESTRÉS LABORAL EN EL PERSONAL ACADÉMICO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL ORIENTE DEL ESTADO DE HIDALGO



Autores:

Ian Alfonso Luqueño Lira,  
Karen Amairani Morales  
Duran

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[13030148@itesa.edu.mx](mailto:13030148@itesa.edu.mx).

[13030325@itesa.edu.mx](mailto:13030325@itesa.edu.mx).

## Resumen

La investigación busca comprobar que el personal académico presentan síntomas de estrés laboral lo cual genera el Síndrome de Burnout, mediante la aplicación del cuestionario de Maslach, que consiste en la comprobación de tres aspectos de la persona (emocional, despersonalización y realización personal) para proponer posteriormente una solución a ésta problemática y darle seguimiento a ésta. México es el país con mayor índice de estrés laboral en todo el mundo. Existen pocos estudios en Instituciones de Nivel Superior que demuestran que la mayoría de docentes presentan malestares estomacales, dolores de cabeza, insomnio, cansancio entre otros debido al estrés. El enfoque de investigación del presente estudio es mixto; ya que se utilizará el método cualitativo y cuantitativo. En relación al tipo de investigación que se empleará será la Investigación descriptiva, la explicativa y la correlacional.

**Palabras clave:** Estrés laboral, personal académico, síndrome de Burnout.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación pretende comprobar el grado de estrés que presenta el personal académico del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo (ITESA). En la actualidad el estrés se ha vuelto un grave problema a nivel social y económico, ya que por una parte, perjudica la salud del trabajador, y por otra, disminuye la productividad de las organizaciones o instituciones a las cuales brindan sus servicios. Una de las profesiones más afectadas por el estrés laboral es la docencia, sin embargo, en el sector educativo se han realizado muy pocos estudios sobre este problema. Mediante la aplicación de un test con 22 ítems que cubre tres grandes aspectos como lo son el emocional, despersonalización y realización personal, se podrá determinar cuál es el principal causante del estrés. Las implicaciones sociales que presentará este proyecto de investigación es que los docentes tendrán un mayor rendimiento a la hora de impartir sus clases o de tener que participar en alguna actividad, con lo cual los alumnos se verán beneficiados al recibir una mejor educación por parte de los docentes. Algunas instituciones como la Universidad Autónoma de Querétaro, la Universidad de Morelos y la Universidad Nacional Autónoma de México, han realizado estudios a los docentes para verificar los niveles de estrés que estos presentan y cuáles son las causas que originan al estrés.

## OBJETIVOS

### ***General***

Analizar al personal académico de ITESA en relación al grado de estrés que presentan.

### ***Específicos***

- Determinar una muestra del personal académico al que se aplicara el instrumento de investigación.
- Aplicar el instrumento de investigación "Cuestionario de Maslach Burnout".

- Interpretar los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de investigación.
- Implementar una solución que ayude a erradicar los síntomas.
- Dar seguimiento a la solución implementada.

## ESTADO DEL ARTE

México es el país con mayor índice de estrés laboral en todo el mundo, superando a países como China y Estados Unidos. Según un estudio realizado por la compañía Regus, el 75% de las personas que padecen estrés señalan al entorno laboral como origen. Cerca de un 40% de los empleados mexicanos padecen las consecuencias del estrés laboral, es decir, sólo en México, aproximadamente 18.4 millones de personas conviven con este tipo de estrés. (Estreslaboral.INFO, 2015) Entre las profesiones más propensas a sufrir estrés se encuentran los docentes, sin embargo, en el área educativa son escasos los estudios sobre el estrés laboral.

La Universidad Autónoma de Querétaro (Facultad de Psicología), desarrolló una tesis que lleva por nombre “El estrés laboral docente y su relación con la metodología tradicionalista como un factor que genera actitudes negativas de los alumnos (Estudio en una organización escolar)”, desarrollada por Luis Felipe Ali El Sahili González. Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad de Guanajuato, durante los meses de octubre 2010 a mayo de 2011. En donde participaron 12 maestros para la parte cualitativa y 76 para la cuantitativa, los cuales representan diferentes muestras de un total de 139 docentes activos.

Como parte de las conclusiones que presentó esta tesis es que las características individuales y sociodemográficas afectan a la homogeneidad de los factores; también, se muestra que existen importantes carencias institucionales, una falta de equidad en trato y promoción a mejores condiciones laborales y que las cargas de trabajo de un docente son difíciles. De manera ocasional hubo mención a que el alumnado es conflictivo, que hay inestabilidad laboral, baja remuneración económica, además de tener problemas con los compañeros y exceso de trabajo. (González, 2012). La Universidad de Montemorelos (Facultad de ciencias

administrativas), realizo la tesis que lleva por nombre “Nivel de estrés laboral y nivel de satisfacción laboral de los docentes de primaria de la zona 79 de Montemorelos, nuevo león, México”, realizada por Gloria Marina Pérez Rodezno.

El problema por el cual se desarrolló esta tesis es que el nivel de estrés laboral influye en el nivel de satisfacción laboral de los docentes de primaria de la zona 79 de Montemorelos, Nuevo León, México. Para esto se realizaron 25 declaraciones para medir el nivel de estrés laboral y 25 declaraciones para medir el nivel de satisfacción laboral. La muestra de esta investigación fue de 102 de 137 docentes de primaria de la zona 79 de Montemorelos. La investigadora concluyó que los niveles de estrés laboral no influyen en el nivel de satisfacción laboral de los docentes y en general se encontró que los docentes tienen un nivel entre mucho y un poco de estrés, y un nivel de satisfacción en su labor como docentes. (Rodezno, 2009). La Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de estudios superiores Iztacala), realizó una revista en la cual presentan el tema “Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios”, elaborada por Farah Erika Gutiérrez Delgado y Alfonso Agustín Valadez Iztacala. El trabajo se realizó con el propósito de analizar y describir en primer lugar los efectos psicológicos, fisiológicos y emocionales del burnout, y en segundo lugar los procesos de afrontamiento que utilizan docentes universitarios de una universidad pública.

Los participantes fueron seleccionados a través de un muestreo no probabilístico intencional, se contó con la participación de 252 profesores universitarios de las seis carreras que se imparten en la facultad de estudios superiores Iztacala, de los cuales 106 fueron hombres y 144 mujeres. Las conclusiones que presentan los autores es que la mayoría de los docentes, sin importar la profesión o carrera en la que impartan clases, han sufrido de estrés. También se encontró que la mayoría de los docentes han presentado malestares estomacales, dolores de cabeza, irritación de ojos, dolores de garganta, resfriados, insomnio y cansancio. (Gutiérrez & Alfonso, 2011).

## METODOLOGÍA

La metodología es aquel procedimiento ordenado que se sigue para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés científico para encontrar, demostrar, refutar y aportar un conocimiento. En este sentido, el enfoque de Investigación del presente estudio es mixto; ya que se usará tanto el método cualitativo como el método cuantitativo. Por su parte, el método cualitativo explicará la relación entre el Síndrome de Burnout con el estrés laboral que presentan los docentes del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo así como el análisis de otras variables conceptuales relacionadas a la problemática de este protocolo. Por su parte, el método cuantitativo se aplicará con la obtención y análisis de datos estadísticos, la cantidad de personal que presenta los síntomas del Síndrome de Burnout (causa principal del estrés laboral); por otra parte, dará solución a algunas preguntas de investigación planteadas en este Protocolo. En relación al tipo de investigación que se utilizará; en primer lugar se ubica la Investigación Descriptiva la cual describirá las características primordiales del Síndrome de Burnout y del estrés laboral ya que guardan una amplia relación entre ellos (causa-efecto). En segundo lugar se ubica la Investigación Explicativa, la cual enumerará tanto los síntomas del Síndrome como del estrés laboral, así como las consecuencias y posibles soluciones a esta problemática.

En último lugar se usará la Investigación Correlacional, la cual mostrará la relación que existe entre el Síndrome ya mencionado y el estrés que presentan los docentes del Tecnológico sin tomar en consideración otros factores que intervienen en dicha investigación. El instrumento que se utilizará será un cuestionario relacionado a los síntomas frecuentes de estrés así como de los síntomas del Síndrome de Burnout para comprobar la hipótesis planteada en este Protocolo que será aplicado a una muestra representativa de docentes que imparten clases en las distintas carreras que componen al Tecnológico. Asimismo dicho instrumento recopilará información sobresaliente para posteriormente formular soluciones que disminuyan en gran medida el estrés, si es presente en los profesores, o eliminarlo por completo. El cuestionario consta de 22 ítems en forma de afirmaciones, mide tres aspectos: el

aspecto emocional, de despersonalización y de realización personal. Estos aspectos son calificados mediante la escala de Likert. Dentro de cada aspecto se determinará la intensidad y frecuencia con la que sufre el síndrome de burnout.

## RESULTADOS

El proyecto de investigación se encuentra en etapa de desarrollo, por lo cual actualmente no se han obtenido resultados del instrumento planteado. Al aplicarse el instrumento es posible detectar la causa-origen del estrés con lo cual se podrá proponer una estrategia que genere un escenario ganar-ganar entre la institución y los docentes que presenten algún síntoma de estrés laboral.

## CONCLUSIONES

El fin de este proyecto de investigación, será determinar, cuáles son las causas que generan el estrés laboral en el personal académico de la institución, mediante la aplicación del cuestionario de Maslach. La aplicación del cuestionario llega a presentar algunas dificultades, debido a que no todas las personas se toman en serio su aplicación, por lo cual es necesario que antes de la aplicación se llegue a persuadir a la persona para que esta tenga una mayor disposición de contestar el cuestionario. Este proyecto de investigación es de gran utilidad debido a que no solo puede ser aplicado en el sector educativo, sino que puede ser aplicado en cualquier sector o área sin importar el giro que la empresa tenga. Con lo cual estas organizaciones se verán beneficiadas al tener a personal feliz y productivo.

## REFERENCIAS

V.

*La crónica de hoy en Hidalgo.* (2012, Abril). Retrieved from <http://www.cronicahidalgo.com/2012/04/intercambia-opinion-con-vecinos-de-tepeapulco/>

Lopez, C. (2001, Marzo 11). *Getiopolis.* Retrieved Agosto 11, 2016, from <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

López, M. (2015). Guías prácticas del manejo de las demencias. *Revista Mexicana de Neurociencia* , 4-12.

Arteaga, S. (n.d.). *Computer Hoy*. Retrieved septiembre 22, 2016, from <http://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-sombrero-que-ayuda-ciegos-orientarse-mejor-39825>

Artola, M. Á. (n.d.). *Cambio16*. Retrieved septiembre 22, 2016, from <http://www.cambio16.com/reportajes/un-gps-para-ciegos-con-sonidos-3d-para-llegar-a-su-destino/>

Association, A. P. (2016). *American Psychological Association*. Retrieved Abril 2016, from <http://www.apa.org/centrodeapoyo/estres-lugar.aspx>

Blain, M., Huggins, J., & Lee, H. (2013). Comunicación cortical alterada en la esclerosis lateral amiotrófica. . *Cartas en la neurociencia*, 543 , 172-176.

Digital, M. (2013, Abril 27). *Milenio.com*. Retrieved Mayo 2016, from [http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres\\_laboral-productividad-tips\\_emprendedores\\_0\\_507549519.html](http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres_laboral-productividad-tips_emprendedores_0_507549519.html)

*Dirección general de educación especial*. (n.d.). Retrieved Septiembre 22, 2016, from SEV: <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>

*Electrónica Estudio*. (n.d.). Retrieved Septiembre 21, 2016, from <http://www.electronicaestudio.com/i/f/ArduinoUnoR3Front.jpg>

EFE. (n.d.). *Mundo Contact* . Retrieved septiembre 22, 2016, from <http://mundocontact.com/dispositivo-wearable-ayuda-a-caminar-sin-baston-a-ciegos/>

Estreslaboral.INFO. (2015, Enero 1). *Estreslaboral.INFO*. Retrieved Marzo 14, 2016, from <http://www.estreslaboral.info/sindrome-de-burnout.html>

Ferdeghini, F., & Lupi, D. (1998). Sistema de detección combinado para sensores ultrasónicos . *AADECA*, (pp. 514-519).

Garcia, C. R. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medición del trabajo*. México: McGraw - Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medición de trabajo*. México: McGraw Hill.

González, L. F. (2012, Septiembre). *UAQ*. Retrieved 2016, from <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/710/1/RI000302.pdf>

Gruis, K., Huggins, J., & Thompson, L. (2014). Una interfaz cerebro-computadora conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial. *Discapacidad y rehabilitación: Tecnología de asistencia, Volumen 9(2)* , 144-150.

Gutiérrez, E., & Alfonso, V. (2011). Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios. *Psicología Iztacala* , 349-368.

(1980). In N. M, & R. T, *El nuevo tesoro de la juventud* (pp. 67-76). México: CUMBRE.

*MaxElectrónica*. (n.d.). Retrieved Septiembre 21, 2016, from <http://www.maxelectronica.cl/169/sensor-ultrasonico-hc-sr04.jpg>

Mendoza, A. (2014, Agosto 11). *Noticias Net*. Retrieved Agosto 11, 2016, from NoticiasNet: <http://old.nvnoticias.com/istmo/general/laboral/226736-alfareria-crisis-falta-apoyo>

Meroño, C. (2000). *Ayuda técnica para personas ciegas y deficientes visuales*. VVAA. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.

Miravalles, J. (2012). *Javier Miravalles*. Retrieved Agosto 11, 2016, from <http://www.javiermiravalles.es/sindrome%20burnout/Cuestionario%20de%20Maslach%20Burnout%20Inventory.pdf>

Morales, C. V. (n.d.). *Ceguera y Debilidad Visual*. Retrieved Septiembre 22, 2016, from Wikispace: <https://cegueraydebilidadvisual.wikispaces.com/>

mx, I. (2015, Agosto 26). *Informador.mx*. Retrieved Abril 2016, from <http://www.informador.com.mx/economia/2015/611076/6/estres-laboral-afecta-a-empleados-y-empresas.htm>

OMS. (2015, enero). *organizacion mundial de la salud*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Pastor, J. (n.d.). *Xataka*. Retrieved Septiembre 22, 2016, from <http://www.xataka.com/wearables/toyota-crea-un-wearable-para-ciegos-que-puede-asistirles-en-su-dia-a-dia>

Riggs, J. L. (2012). *Sistemas de produccion: Planeación, análisis y control*. México: Limusa Wiley.

Rodezno, G. M. (2009, Noviembre). *Universidad de Montemorelos*. Retrieved 2016, from <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/300/1/Tesis%20Gloria%20Marina%20P%C3%A9rez%20Rodezno.pdf>

Rodriguez, M. D. (2007, Julio 16). *La Jornada*. Retrieved Agosto 11, 2016, from La Jornada: <http://www.jornada.enam.mx/2007/07/16.com.mx>

Sánchez, C. (n.d.). *hojaderouter*. Retrieved septiembre 22, 2009, from eldiario.es: [http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston\\_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones\\_0\\_396160531.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html)

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

Servin, J. (2001, Septiembre 20). *Mexico Desconocido*. Retrieved Agosto 11, 2016, from <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

*Tepeapulco Hidalgo*. (2015, Marzo 16). Retrieved from <http://tepeapulco.blogspot.mx/>

*Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)



# ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA EMPRESA “BOMBARDIER TRANSPORTATION, MÉXICO, S. A. DE C. V.”



## Autores:

Luis Hugo Corona Hernández

Sergio Ramírez Badillo

Israel Estrada García

Juan Antonio Ramírez Maas

Miguel Ángel Romero Cortés

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[12030720@itesa.edu.mx](mailto:12030720@itesa.edu.mx)

[12030364@itesa.edu.mx](mailto:12030364@itesa.edu.mx)

[13030356@itesa.edu.mx](mailto:13030356@itesa.edu.mx)

[12030151@itesa.edu.mx](mailto:12030151@itesa.edu.mx)

## Resumen

En este caso de análisis de proyecto se presenta la investigación análisis de tiempos y movimientos realizado en la empresa Bombardier Transportation enfocada a la manufactura de trenes para diversas líneas ferroviarias.

Este estudio de tiempos y movimientos se plantea para contribuir a la implantación de un método que haga eficiente a la organización en la mejora de los tiempos perdidos, cabe mencionar que el estudio de tiempos y movimientos constituye una herramienta viable, muy práctica para el logro de los objetivos empresariales además de constituir un eslabón de gran significancia para detectar situaciones de mejora y proponer estrategias correctivas a corto y largo plazo. Durante el desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo varios estudios que permitieron recomendar soluciones a los problemas enfrentados en el área productiva. Al final de este proyecto se plasman las conclusiones donde se menciona la importancia del factor humano además del entorno.

**Palabras clave:** Análisis de Estudio, tiempos, movimientos.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito en la actualidad. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas en las organizaciones principalmente en el área de producción y principalmente a la reducción de costos.

El llevar a cabo un estudio de análisis de este tipo es de suma importancia en cualquier empresa donde existe un proceso de producción; tal es el caso de la empresa Bombardier Transportation México S.A de C.V., la cual se integran en gran parte operaciones que conforman el proceso de producción son manuales e independientes. Por lo que conlleva un control estricto de sus tiempos y movimientos de sus operaciones, para así evitar retrasos y a su vez costos va encaminando a la identificación de las operaciones donde los tiempos son desaprovechados para ello se realiza un análisis de investigación.

## OBJETIVOS

### *General*

Analizar la pérdida de tiempos y movimientos en los procesos productivos mediante métodos como el PERT – CPM, diagrama de Gantt y con ello ayudar a la empresa a ser más competitiva y productiva.

### **Específicos**

- *Buscar reducciones en tiempos muertos y tener mayor productividad*
- *Tener el método adecuado para el área de producción con respecto a las actividades a realizar*
- *Reducir la impuntualidad a la hora de entregar la productividad*
- *Evitar retrasos con los artículos terminados*
- *Verificación y administración de la productividad*

## ESTADO DEL ARTE/ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de tiempos y movimientos surge con la constante necesidad de las

empresas donde mayor parte de las actividades son manuales como en casos de empresas manufactureras ya que estas tienden a querer acrecentar a un mas sus utilidades con una disminución de tiempos en su procesos productivos de manera que tienden a realizar la medición de sus actividades con el fin de poder identificar movimientos ineficientes los cuales solo incrementan los tiempos de operación, ya que estos tienden a generar retrasos en actividades productivas de tal manera que el tiempo de entrega se puede aplazar y ser perjudicial para la empresa ya que con base a esto puede llegar a perder clientes e inversiones, ya que el tiempo de entrega es un factor importante. El estudio de tiempos y movimientos es la aplicación de técnicas basados en la medición del trabajo tanto del hombre como de la maquina la cual es utilizada en el proceso de producción, ya que consiste en el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al efectuar el trabajo, además de establecer estándares de tiempo permisibles para determinadas tareas, esto realizado con base a la medición del contenido del manual y/o método prescrito con la debida consideración de fatiga, demoras personales, así como también los retrasos inevitables. Estas se realizan exitosamente a finales del siglo XIX, desarrollada por Taylor.

A lo largo los años se han integrado diversos objetivos en el estudio de tiempos y movimientos sin diferenciar que o cual método y/o herramienta sea utilizada para el estudio de los mismos los cuales consisten en lo siguiente:

- ✓ Reducción de tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- ✓ Conservar los recursos y minimizar costos.
- ✓ Eliminación o reducción de movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Efectuación de la producción sin descuidar los siguientes factores:

Disponibilidad de la materia prima.

Uso de energía.

- ✓ Disponibilidad de recursos tecnológicos, financieros y/o humanos
  - ✓ Mantenimiento de maquinaria y/o equipo de trabajo Tecnología disponible.
  - ✓ Proporcionar un producto terminado de igual o mayor calidad en un tiempo menor.
- 

En algunas empresas en las cuales se ha realizado del estudio de tiempos y movimientos se ha observado que las malas condiciones del ambiente laboral influyen de manera considerable por lo que esto afecta el desempeño de los empleados. De esta manera en las empresas se ha llegado a la conclusión de que es necesario contar con buenas condiciones ambientales para mejorar la productividad y reducir la fatiga. Actualmente en las empresas si tienen implementado diferentes sistemas de control, y estandarización que permiten la medición de la eficiencia de los tiempos y movimientos que integran los procesos de fabricación, aunque en ocasiones no se lleva realmente a cabo lo cual se ve reflejado en la disminución de productividad en el proceso existiendo tiempos y movimientos desaprovechados, en el área de producción en este caso en la empresa Bombardier Transportation S.A de C.V.

## **METODOLOGÍA**

Para la implementación del estudio de tiempos y movimientos se deberán tomar ciertas referencias que servirán como apoyo para obtener datos de los rendimientos de los empleados y así poder detectar los puntos críticos que se puedan estar afectando la producción. De manera en que si se detectan los puntos críticos se deberán de tomar medidas necesarias en conjunto con la persona a cargo.

De esta forma se llevara a cabo un aumento de la eficiencia en la empresa y así mismo reducir los tiempos ineficientes y a su vez los cuellos de botella que se originen en tal proceso.

*El método PERT (Riggs, 2012)*

Es una técnica que le permite dirigir la programación de su proyecto. El método PERT consiste en la representación gráfica de una red de tareas, que, cuando se colocan en una cadena, permiten alcanzar los objetivos de un proyecto.

## **DIAGRAMA DE GANTT**

### *El Método De La Ruta Crítica CPM (Riggs, 2012)*

El método de la ruta crítica CPM (Critical Path Method) es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos. El resultado final del CPM será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad. El algoritmo CPM se desarrolla mediante intervalos determinísticos, lo cual lo diferencia del método PERT que supone tiempos probabilísticos.

### *Grafica de GANTT (Riggs, 2012)*

La grafica de GANTT es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. Esta herramienta fue inventada por Henry L. Gantt en 1917.

Debido a la relativa facilidad de lectura de la gráfica de GANTT, es utilizada por casi todos los directores de proyecto en todos los sectores. La grafica de GANTT es una herramienta para el director del proyecto que le permite realizar una representación gráfica del progreso del proyecto, pero también es un buen medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en el proyecto.

### *Diagrama de flujo (Garcia, 2013)*

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que el diagrama de operaciones. Se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden ser analizados para tomar medidas y minimizarlos.

## **RESULTADOS**

En la realización de este estudio de tiempos y movimientos, se analizaron las variables determinantes en conjunto con el jefe inmediato y si es posible con el gerente del área, la implementación de este proyecto ya que este estudio

proporcionara información que permitirá la determinación de la eficiencia de la línea en la cual se aplicó, además se podrá verificar el rendimiento de cada empleado por medio de la toma de tiempos. Con base a los resultados arrojados por el estudio se podrán formular las correspondientes estrategias para el mejoramiento continuo de la eficiencia de la empresa y de esta manera tener un mejor control de los tiempos de producción ya que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo.

## CONCLUSIONES

Con base al desarrollo del análisis de tiempos y movimientos en los procesos de producción en la empresa Bombardier Transportation S.A de C.V se detectaron tanto tiempos ineficientes como movimientos innecesarios además de la determinación de operaciones críticas las cuales cuentan con un tiempo estándar, en su momento se le planteo al ingeniero de planta el proyecto para que él tome la decisión sobre la implementación de esas estrategias plasmadas en este documento, para optimizar las operaciones para no generar costos innecesarios y mejorar el tiempo de la producción además de recalcar que el recurso humano juega un papel fundamental para generar productividad y el medio donde se desempeñan sea el más idóneo así se generaran colaboradores más proactivos y la organización se verá.

## REFERENCIAS

*La crónica de hoy en Hidalgo.* (Abril de 2012). Obtenido de <http://www.cronicahidalgo.com/2012/04/intercambia-opinion-con-vecinos-de-tepeapulco/>

Lopez, C. (11 de Marzo de 2001). *Getiopolis*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

López, M. (2015). Guías prácticas del manejo de las demencias. *Revista Mexicana de Neurociencia* , 4-12.

Arteaga, S. (s.f.). *Computer Hoy*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-sombrero-que-ayuda-ciegos-orientarse-mejor-39825>

Artola, M. Á. (s.f.). *Cambio16*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://www.cambio16.com/reportajes/un-gps-para-ciegos-con-sonidos-3d-para-llegar-a-su-destino/>

Association, A. P. (2016). *American Psychological Association*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.apa.org/centrodeapoyo/estres-lugar.aspx>

Blain, M., Huggins, J., & Lee, H. (2013). Comunicación cortical alterada en la esclerosis lateral amiotrófica. . *Cartas en la neurociencia*, 543 , 172-176.

Digital, M. (27 de Abril de 2013). *Milenio.com*. Recuperado el Mayo de 2016, de [http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres\\_laboral-productividad-tips\\_emprendedores\\_0\\_507549519.html](http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres_laboral-productividad-tips_emprendedores_0_507549519.html)

*Dirección general de educación especial*. (s.f.). Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de SEV: <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>

*Electrónica Estudio*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.electronicaestudio.com/if/ArduinoUnoR3Front.jpg>

EFE. (s.f.). *Mundo Contact* . Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://mundocontact.com/dispositivo-wearable-ayuda-a-caminar-sin-baston-a-ciegos/>

Estreslaboral.INFO. (1 de Enero de 2015). *Estreslaboral.INFO*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://www.estreslaboral.info/sindrome-de-burnout.html>

Ferdeghini, F., & Lupi, D. (1998). Sistema de detección combinado para sensores ultrasónicos . *AADECA*, (págs. 514-519).

Garcia, C. R. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion del trabajo*. México: McGraw - Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion de trabajo*. México: McGraw Hill.

González, L. F. (Septiembre de 2012). UAQ. Recuperado el 2016, de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/710/1/RI000302.pdf>

Gruis, K., Huggins, J., & Thompson, L. (2014). Una interfaz cerebro-computadora conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial. *Discapacidad y rehabilitación: Tecnología de asistencia, Volumen 9(2)* , 144-150.

Gutiérrez, E., & Alfonso, V. (2011). Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios. *Psicología Iztacala* , 349-368.

(1980). En N. M, & R. T, *El nuevo tesoro de la juventud* (págs. 67-76). México: CUMBRE.

*MaxElectrónica*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.maxelectronica.cl/169/sensor-ultrasonico-hc-sr04.jpg>

Mendoza, A. (11 de Agosto de 2014). *Noticias Net*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de NoticiasNet: <http://old.nvnoticias.com/istmo/general/laboral/226736-alfareria-crisis-falta-apoyo>

Meroño, C. (2000). Ayuda técnica para personas ciegas y deficientes visuales. VVAA. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.

Miravalles, J. (2012). *Javier Miravalles*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.javiermiravalles.es/sindrome%20burnout/Cuestionario%20de%20Maslach%20Burnout%20Inventory.pdf>

Morales, C. V. (s.f.). *Ceguera y Debilidad Visual*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de Wikispace: <https://cegueraydebilidadvisual.wikispaces.com/>

mx, I. (26 de Agosto de 2015). *Informador.mx*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.informador.com.mx/economia/2015/611076/6/estres-laboral-afecta-a-empleados-y-empresas.htm>

OMS. (enero de 2015). *organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Pastor, J. (s.f.). *Xataka*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://www.xataka.com/wearables/toyota-crea-un-wearable-para-ciegos-que-puede-asistirles-en-su-dia-a-dia>

Riggs, J. L. (2012). *Sistemas de produccion: Planeación, análisis y control*. México: Limusa Wiley.

Rodezno, G. M. (Noviembre de 2009). *Universidad de Morelos*. Recuperado el 2016, de <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/300/1/Tesis%20Gloria%20Marina%20P%C3%A9rez%20Rodezno.pdf>

Rodriguez, M. D. (16 de Julio de 2007). *La Jornada*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de La Jornada: <http://www.jornada.enam.mx/2007/07/16.com.mx>

Sánchez, C. (s.f.). *hojaderouter*. Recuperado el 22 de septiembre de 2009, de eldiario.es: [http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston\\_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones\\_0\\_396160531.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html)

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

*Tepeapulco Hidalgo*. (16 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://tepeapulco.blogspot.mx/>

*Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)

# LA PARTICIPACIÓN Y SATISFACCIÓN LABORAL DE LA MUJER EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE GERDAU CORSA



Autores:

Brenda Del Razo Islas  
Abigail Domínguez Jiménez  
Rosa Miriam Quiroz López  
Xóchitl Denny Suárez  
Alcántara

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[13030310@itesa.edu.mx](mailto:13030310@itesa.edu.mx)

[13030314@itesa.edu.mx](mailto:13030314@itesa.edu.mx)

[13030315@itesa.edu.mx](mailto:13030315@itesa.edu.mx)

[13030316@itesa.edu.mx](mailto:13030316@itesa.edu.mx)

## Resumen

En este documento se presenta el caso de estudio denominado "la participación y satisfacción laboral de la mujer en el área de producción de Gerdau Corsa" en el cual se destaca la incorporación de las mujeres en este ámbito laboral, a través de la presente investigación se pretende conocer, mediante la medición de la satisfacción laboral, si las condiciones laborales de la mujer son equitativas, descartando de este modo la discriminación laboral del pasado. En este trabajo se presenta un compendio del avance de la investigación realizada, analizando teorías que permitan fundamentar la misma, así como el diseño de una metodología que contribuya al alcance de los objetivos planteados.

**Palabras clave:** Satisfacción laboral, condiciones de trabajo, clima laboral.

## INTRODUCCIÓN

Los recursos humanos son altamente importantes en el funcionamiento de la empresa y en el logro de los objetivos organizacionales, es por ello que cada vez más las empresas buscan ser más competitivas en el mercado y para ello de contar con el personal adecuado para cada tarea. Por otro lado en las empresas mexicanas no existe la cultura de incorporar a la mujer en el área operativa, debido a que aún existen tabús en relación a trabajos específicos para cada rol. La incorporación de la mujer a labores diferentes a la doméstica, puede generar deficiencias e insatisfacción. El estudio cultural de las sociedades demuestra que la posición social de hombres y mujeres, los roles sexuales y las tareas asignadas a cada sexo, varían en cada sociedad y época. En la actualidad, algunas empresas han brindado la oportunidad de incorporar a la mujer en áreas de producción, de ahí surge la importancia de conocer cómo repercute en la satisfacción de las mujeres esta cuestión. Es por ello que, el presente caso de estudio se está realizando con la finalidad de medir el grado de satisfacción laboral de las mujeres en la empresa Gerdau Corsa y con ello detectar si las condiciones laborales de la mujer son equitativas en el área operativa de dicha empresa, es por ello que también se estudiará cual ha sido el impacto de la incorporación de la mujer en este ámbito laboral. En ese mismo sentido, parte del objetivo de este trabajo es identificar los factores que inciden en la satisfacción laboral de las mujeres e identificar si aún existe desigualdad de género en el reparto de actividades; es por ello que se realizará primero una revisión de teorías respecto al éxito y satisfacción laboral, para que de esta manera se tenga un amplio panorama acerca de la satisfacción y cómo influye en la realización de las tareas de las trabajadoras, para que a partir de ello se puedan generar cuestionarios que permitan describir la satisfacción laboral de las mujeres en Gerdau Corsa, de tal forma que al término de la investigación se puedan mostrar los resultados correspondientes.

## OBJETIVOS

### General

Identificar el nivel de satisfacción laboral de las mujeres dentro del área productiva de Gerdau Corsa mediante el uso de factores que ayudan a identificar la satisfacción en una organización.

### Específicos

- Analizar teorías que nos permitan identificar los factores de influencia en la satisfacción de las mujeres, laboralmente hablando.
- Verificar el grado de participación de las mujeres en el área de producción.
- Comprobar si existe una satisfacción laboral o no mediante el uso de los factores que contribuyen a identificar tal satisfacción.
- Proporciona libertad, independencia y discreción sustanciales al empleo en la programación de su trabajo.
- Retroalimentación: el grado en el cual el desempeño de las actividades de trabajo requeridas por el puesto produce que el empleado obtenga información clara y directa acerca de la efectividad de su actuación.

(Factores determinantes de la satisfacción laboral, s.f.)

## ESTADO DEL ARTE

### Factores determinantes de satisfacción laboral

De acuerdo a los hallazgos, investigaciones y conocimientos acumulados por Robbins consideró los siguientes factores que determinarían la satisfacción laboral:

- Retos del trabajo: los empleados tienden a preferir trabajos que les den oportunidad de usar sus habilidades y que ofrezcan una variedad de tareas, libertad y retroalimentación de cómo se están desempeñando.

- Sistema de recompensas justas: los empleados quieren un sistema de salario y políticas de ascensos justos, sin ambigüedades y acordes con sus expectativas.
- Condiciones favorables de trabajo: los empleados se interesan en su ambiente de trabajo tanto para el bienestar personal como para facilitar el hacer un buen trabajo.
- Colegas que brindan apoyo: la gente obtiene del trabajo mucho más que implemente dinero o logros tangibles. El comportamiento del jefe es uno de los principales determinantes de la satisfacción.

Hackman y Oldham (1975), propone 5 dimensiones de la satisfacción laboral:

- Variabilidad en el trabajo: el grado en el cual un puesto requiere de una variedad de diferentes actividades para ejecutar su trabajo.
- Identidad de la tarea: el grado en el cual el puesto requiere ejecutar una tarea o proceso desde el principio a fin con un resultado variable.
- Satisfacción de la tarea: el grado en el que el puesto tiene un impacto sobre las vidas o el trabajo de las personas en la organización inmediata.
- Autonomía: grado en el cual el puesto proporciona libertad, independencia y discreción sustanciales al empleo en la programación de su trabajo.
- Retroalimentación: el grado en el cual el desempeño de las actividades de trabajo requeridas por el puesto produce que el empleado obtenga información clara y directa acerca de la efectividad de su actuación.

## **SATISFACCIÓN DE MUJERES TRABAJADORAS CON LA RELACIÓN FAMILIA Y TRABAJO**



En el 2012, se realizó una investigación denominada “Satisfacción de mujeres trabajadoras con la relación familia y trabajo”, investigación de la cual se destaca que para las mujeres, el ejercicio profesional se ha relacionado con aumento de disfunciones familiares. Ante esta situación surge el interés por determinar la satisfacción con la relación familia y trabajo en mujeres trabajadoras. La importancia de la situación radica en que la familia es la base de la sociedad y lograr un ajuste entre estos dos ámbitos tendrá como consecuencia familias más funcionales.

Los diferentes roles que desempeñan las mujeres proporcionan un amplio campo de reflexión; cumplir con dos papeles fundamentales, como formar parte de una familia y laborar fuera de casa, es complejo. El trabajo de la mujer se multiplica en todos los sectores, las exigencias emocionales y físicas son mayores, y el desarrollo profesional representa el anuncio de una doble jornada. La incorporación de la mujer a labores diferentes a la doméstica, puede generar deficiencias e insatisfacción. El estudio cultural de las sociedades demuestra que la posición social de hombres y mujeres, los roles sexuales y las tareas asignadas a cada sexo, varían en cada sociedad y época. Sin embargo, existe concordancia en educar a los individuos para que asuman la conducta y valores asignados según su sexo biológico. Por algún tiempo, la construcción social del género femenino concibió a la mujer como débil y sus habilidades fueron vistas como virtudes, desplazándola del campo de capacitación para diversos trabajos instrumentales y asignándole tareas situadas en el lugar afectivo. Si bien la incorporación del sector femenino al mercado laboral ha sido una respuesta positiva en aspectos personales, económicos y profesionales, su situación familiar empeora al asumir nuevas responsabilidades sin que tenga una contraparte que apoye sus actividades domésticas y el tradicional papel de madre de familia. (Sánchez-Castillo, s.f.)

## **METODOLOGÍA**

La discriminación de la mujer en puestos para hombres era evidente hasta algunos años atrás, hoy en día Gerdau Corsa ha contribuido a la equidad de género, colocando a mujeres en el área operativa. Conocer la satisfacción de las mujeres en este nuevo campo de trabajo es de suma importancia, ya que como se

sabe la satisfacción de los empleados es muy importante debido a que parte de ello contribuye a la productividad de las personas. Se realizará una investigación descriptiva correlacional ya que esta tiene como finalidad describir características de ciertos grupos, determinando la frecuencia con que ocurre algo estimando la relación entre dos o más variables y efectuando predicciones.

En función de lo anterior, el enfoque será mixto ya que se utilizará un marco teórico que fundamente la problemática utilizando el enfoque cualitativo para la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas, así como el enfoque cuantitativo que se aplicará para determinar resultados numéricos utilizando la técnica de las encuestas que se realizarán para la previa investigación, las cuales serán aplicadas a las mujeres trabajadoras de la empresa Gerdau Corsa ubicada en Ciudad Sahagún Hidalgo, con el objetivo de conocer aspectos importantes relacionados con la problemática que se identificó.

## **RESULTADOS**

Como tal los resultados de la aplicación de las encuestas ayudarán a la identificación de la satisfacción de las mujeres en el área de producción. El presente estudio tiene como finalidad la identificación del nivel de satisfacción de la mujer en el área de producción en la empresa de Gerdau corsa, esto mediante la aplicación de una encuesta a las mismas y con ayuda del uso de factores que permitan identificar el mismo. Algunas de las limitaciones que se tendrían para realizar lo anteriormente planteado serían por ejemplo el hecho de no contar con información por parte de la empresa que contribuya a la investigación. Por otro lado también se tienen ciertas ventajas tales como: Éste estudio puede ser aplicado en un futuro por personas que estén interesadas en ello. Además podría beneficiar a la empresa en caso de

no conocer si sus empleadas están satisfechas pues una vez sabiéndolo podría hacer algo al respecto. Como tal los resultados de la aplicación de las encuestas ayudarán a la identificación de la satisfacción de las mujeres en el área de producción. **CONCLUSIÓN**

De acuerdo a lo expuesto, se considera que en las relaciones laborales la discriminación se vuelve, en ocasiones evidente. Es por eso que se analizó que a lo largo del tiempo no se incluía a las mujeres en el área operativa, ya que se les consideraba que no eran aptas para realizar trabajos específicos del sexo Masculino. Podríamos decir que la incorporación de la mujer al mundo laboral trae unos beneficios políticos y económicos y un avance en la sociedad y así mismo las empresas optan por dar medios adecuados para que las mujeres puedan sentirse satisfechas en su puesto de trabajo. Gerdau corsa ha incluido a su área productiva a la mujer lo cual genera la pauta para analizar el nivel de satisfacción de ellas estando en la parte operativa de esta empresa mediante el estudio presente

## REFERENCIAS

CALDERÓN, F. (24 de Julio de 2013). EXPANSIÓN. Recuperado el 5 de Agosto de 2015, de

<http://expansion.mx/opinion/2013/07/24/la-discriminacion-laboral-en-mexico>

DEFINICIÓN. (s.f.). Recuperado el 4 de Agosto de 2016, de <http://definicion.mx/trabajo/>

Estadísticas sobre mujeres y empresarias en México. (2013). Recuperado el 6 de

INEGI. (2013). Indicadores estratégicos. Recuperado el 6 de AGOSTO de 2016, de

[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/tabtema.aspx?s=est  
&c=28822](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/tabtema.aspx?s=est&c=28822)

La discriminación laboral de la mujer. (s.f.). Recuperado el 5 de Agosto de 2016, de

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/ledi/baraibar\\_r\\_l/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ledi/baraibar_r_l/capitulo4.pdf)

LAS MUJERES EN HIDALGO. (s.f.). Recuperado el 6 de AGOSTO de 2016, de

[http://www.diputados.gob.mx/documentos/Congreso\\_Nacional\\_Legislativo/delitos\\_estados/La\\_mujer\\_Hid.pdf](http://www.diputados.gob.mx/documentos/Congreso_Nacional_Legislativo/delitos_estados/La_mujer_Hid.pdf)



# Ingenierías



# Mano mecánica



## Autores:

Alejandro González Ramírez  
Alexander Pacheco Olmedo  
Marco Antonio Hernández De Ita



Universidad Politécnica de  
Tulancingo

[alexndr\\_p@outlook.com](mailto:alexndr_p@outlook.com)  
[alejandrogora@hotmail.com](mailto:alejandrogora@hotmail.com)  
[marco.hernandez@upt.edu.mx](mailto:marco.hernandez@upt.edu.mx)

## Resumen

Este proyecto tiene como finalidad de controlar y reproducir los movimientos de las articulaciones de las manos del ser humano, por medio de motores eléctricos, para el cual se está diseñando las articulaciones de la mano, empleando un software de diseño y por medio de una manufactura aditiva para la fabricación de la mano mecánica, para poderse implementar en personas que han sufrido algún accidente o una deformación del cuerpo humano.

**Palabras clave:** Manufactura Aditiva, prótesis, Robótica, CAD.

## Introducción

Hoy en día sabemos que diferentes ramas de la ciencia como la ingeniería robótica, ingeniería en manufactura y la medicina nos permite fabricar prótesis para sustituir o imitar partes del cuerpo humano. Dorado (2005), establece que en el mundo existen 5 millones 739 mil 270 personas con alguna discapacidad, y el 5.1% de esa cantidad son personas que utilizan prótesis en cualquier parte del cuerpo humano (Datos de INEGI, 2012).

Estudios recientes han desarrollado nuevas prótesis que pueden emular los movimientos de un dedo hasta un brazo completo. Las áreas relacionadas para implementar nuevas prótesis son: robótica y manufactura (Robredo, 2001).

El desarrollo de nuevas tecnologías en manufactura como; el diseño CAD e impresoras en 3D permiten reducir costos. Existen diversos tipos de materiales de buena calidad, resistencia y económicos, los cuales pueden reducir los costos de la prótesis (Vazhnov, 2013) (Evans, 2007).

El diseño CAD facilita el desarrollo de prótesis y ayuda a realizar simulaciones de comportamiento de ésta con distintos materiales antes de ser manufacturados (Evans, 2007). De acuerdo con Reyes (2012), en cuestión de la manufactura, la impresión 3D es una tecnología que incorpora mejoras en base a lo que se va a imprimir, las mismas pueden utilizar diversos tipos de materiales de tal manera que puedan reducir costos.

También la impresión 3D es uno de los nuevos procesos de manufactura que nos permite ser muy precisos en las medidas o dimensiones a la hora de fabricar piezas. La parte de calidad de la prótesis no es un tema de mucha preocupación, dado que las nuevas tecnologías permiten obtener un producto de excelente calidad y que compita con los productos (prótesis) del mercado actual (SWC, 2011).



En este proyecto se presenta un nuevo diseño para una prótesis de mano. El prototipo incorpora los conceptos de calidad y bajo costo, basándonos en el diseño CAD, en la simulación de esfuerzo, en el peso, resistencia de los distintos materiales y, utilizando los avances tecnológicos de la manufactura y la robótica, hemos diseñado una prótesis capaz de imitar una mano humana, la cual permite reincorporar cualquier extremidad del cuerpo humano.

## Objetivos

### General

Diseñar y fabricar prótesis económicas mediante los procesos de manufactura aditiva utilizando una mezcla de polímeros y plástico ABS, que permita satisfacer las necesidades de las personas que requieran de un implante de una mano mecánica.

### Específicos

- Diseñar y simular las partes de la mano por medio de un software diseño.
- Fabricar prótesis de mano por medio de polímeros ABS.
- Realizar el control de las articulaciones de los dedos con motores eléctricos.
- Controlar los movimientos de la mano mecánica mediante software de robot C.

## Estado del Arte/Grado de Innovación

En el año 2000 a. C. en Egipto fue encontrada una prótesis sujeta al antebrazo de una momia. Tiempo después, durante la segunda guerra púnica (218-202 a.C.), el general romano Marcus Sergius fabricó una mano de hierro, con la cual sostenía su espada; esta fue la primera mano de hierro registrada (Dorado, 2005).

Posteriormente, en el año 1400 fue fabricada la mano de Alt-Ruppin que al igual que la anterior, su composición era de hierro y a su vez contaba con un pulgar de oposición y dos dedos flexibles, los cuales podían ser fijados mediante un trinquete; además, contaba con una muñeca móvil lo que le daba una mayor estabilidad.

En el año 1840 se da un mejoramiento en el mecanismo de la mano, a cargo del médico militar francés Ambroise Pare, quien desarrolló el primer brazo artificial móvil al nivel de codo (Dorado, 2005).

En la década de los sesentas la tecnología mioeléctrica comenzó a implementarse en las prótesis de extremidad superior. La incorporación de sensores que captan la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos remanentes del muñón y lo traducen a un movimiento de la mano protésica, constituyó un gran salto en la calidad de las prótesis de extremidad superior.

Las principales ventajas de este tipo de prótesis radican en que no requieren de arnés ni de fuerza muscular para operar, se puede regular la velocidad y la fuerza de prensión y son cosméticas. Dentro de las desventajas podemos encontrar su costo, su peso y su limitado rango de acción (García, 2014).

Hoy en día una de las prótesis más avanzadas disponibles es i-LIMB Hand por Touch Bionics. Esta se acciona a través de una simple interfaz mioeléctrica de dos electrodos, que controla los cinco dedos individuales, el pulgar inicia manualmente para el posicionamiento. El apretón de manos es como la de una mano humana, los dedos articulados son capaces de cerrar con fuerza alrededor de los objetos, la detección de parada en cada dedo individual, se realiza mediante el control sobre un objeto y, por lo tanto, dejar de alimentar corriente, individualmente los dedos regresan a su posición hasta que el paciente activa una señal de apertura a través de una flexión muscular (Brooker, 2012)

## **Metodología**

### **Concepto del prototipo y diseño**

Concepto del prototipo de la mano. La mano cuenta con los siguientes elementos.



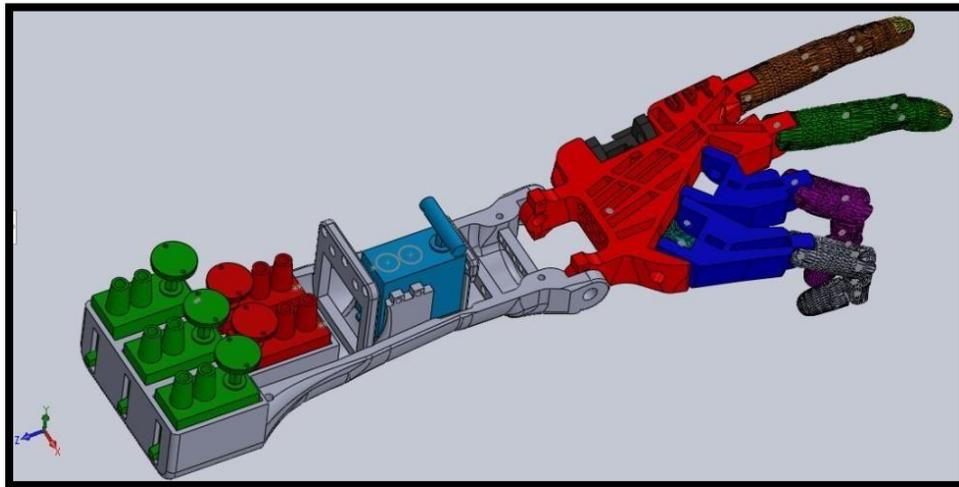


Figura 1. Prototipo de la mano.

1. El movimiento de la mano se obtiene con cinco motores programables para contraer y expandir los cinco dedos.
2. Cada motor está enlazado con cada dedo mediante filamentos plásticos.
3. El movimiento de los motores es programado por medio de un puente H, el cual controla el tiempo de contracción y expansión de los dedos.
4. El antebrazo y la palma de la mano están unidos por un perno que simula el movimiento en la muñeca.
5. Los dedos están ensamblados por medio de pernos, que simulan las articulaciones.

## Diseño de los dedos

En la figura 2. Se muestra la distancia de apertura de 26.66 mm en promedio y un ángulo de libertad de  $50.77^\circ$ , esta medida tiende a variar por los diferentes tamaños de los dedos. Una vez que el diseño quedo funcional se probó con un puente H, el cual permite tener control de todos los motores mediante botones. En Reyes (2012) se establece que el brazo se mueve mediante señales nerviosas, por ello, puede tomar cualquier objeto con facilidad y la energía que consume varía aproximadamente entre 10-11 V, (Robredo, 2001).

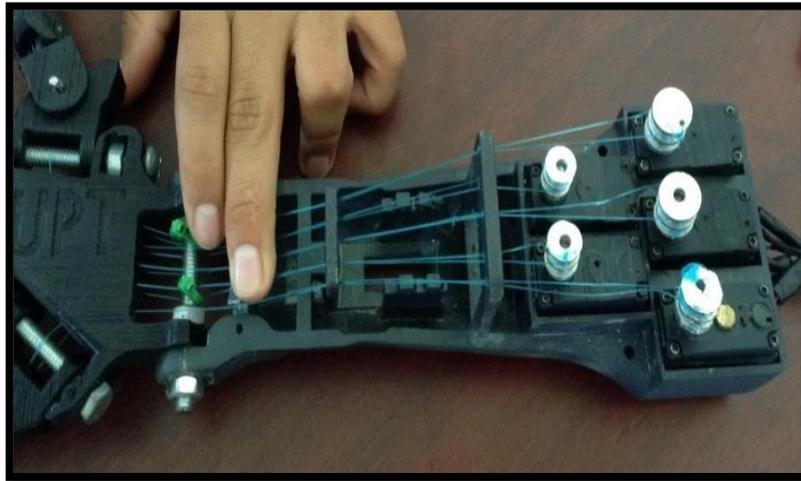


Figura 2. Tendones de la mano, en este caso filamento de alta resistencia

### Diseño del Pulgar

En la figura 3. Se muestra la estructura del pulgar, que en comparación con los demás dedos, tiene un movimiento de oposición. En este prototipo la oposición se logra colocando el pulgar en un ángulo de  $45^\circ$ , entre los otros dedos y el plano de la palma. Esto hace que el pulgar, por sí mismo, se mueva a lo largo de un cono de centrado en el eje y, con ello, se aproxime al movimiento de oposición de la mano humana. Este diseño incorpora mejoras en los grados de libertad de la prótesis, pues tiene mayor facilidad de funcionar como una pinza a la hora de tomar las cosas; no obstante, no requiere tanto esfuerzo por parte de los motores.

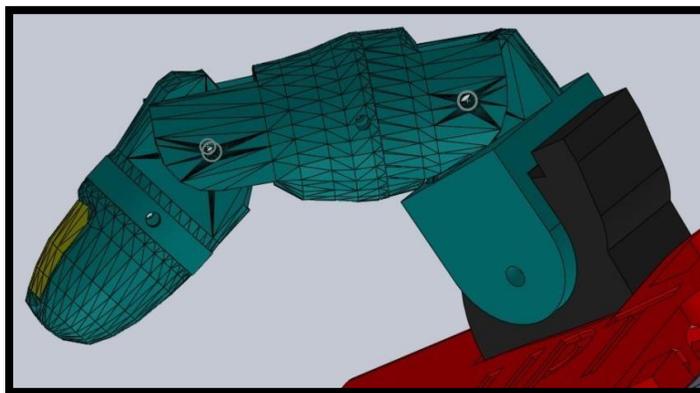


Figura 3. Diseño de pulgar que incorpora mayor grado de libertad.

## Motores

En este prototipo, por razones de fiabilidad y capacidad de control, utiliza motores de corriente continua (Robredo, 2001). Los cuales son utilizados para accionar la flexión de los cuatro dedos y el pulgar. Los cinco motores de flexión son motores de 16 mm sin escobillas, con un 157:1 reductor de planetarios, mientras que para la oposición se utiliza un motor 10 volts de corriente continua sin escobillas con un reductor de 16:1. En la figura 4. Se muestran los 2-Wire Motor 393, los cuales no tienen un controlador de motor interno. El motor se conecta directamente a los puertos de motor del 2-wire (Puertos 1 y 10 en el microcontrolador cortex), para los puertos del motor del 3-Wire (Puertos 2-9 en el microcontrolador cortex).



Figura 4. El prototipo cuenta con 5 motores VEX.

Los motores de flexión se han elegido con respecto a los requisitos de máximo – torque (Máxima fuerza del motor) y máximo - velocity (máxima velocidad de motor), una carga 5-10 N para cada uno de los cinco dedos se considera aceptable (Robredo, 2001).

## Diseño de la palma

El diseño de la palma de la mano mecánica, como se indica en la Figura 5, permite introducir con facilidad los tendones, (filamento de plástico de alta resistencia), dentro cada canaleta para cada dedo, que aproximadamente es de 5 mm x 5 mm. También tiene redondeos variables (redondeos de diferentes grados) en las esquinas lo que permite un mejor agarre, el cual tiene un espesor mínimo de 2 mm,

esto reduce la cantidad de material ABS y no descuida la parte de la resistencia. No obstante, el agarre entre el brazo y la palma se contempla a futuro con la incorporación de todos los grados de movimiento en la muñeca.

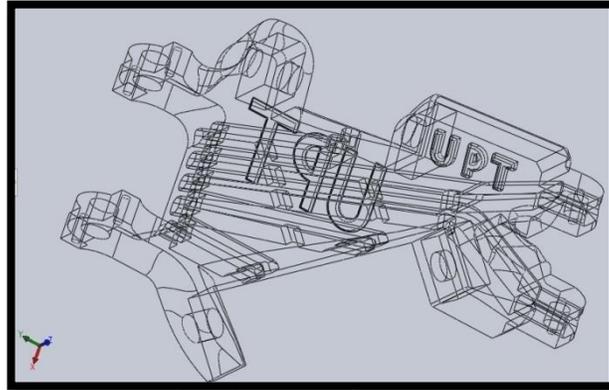


Figura 5. Diseño ergonómico de la palma.

## Materiales

Los prototipos que hemos diseñado se probaron con dos materiales; el primero es el filamento ABS y el segundo es el polvo ZP 150. La impresión 3D por polvo es un tipo de tecnología que utiliza polvo cerámico, el cual se solidifica con un aglomerante líquido. Tiene la ventaja de ser preciso, pero su proceso de fabricación es muy tardado. Además, es más pesada que la impresión por filamentos ABS.

Por otro lado, el filamento ABS es un tipo de plástico resistente y duro. Estas características hacen que sea idóneo para la impresión de la mano, además de ser económico, resistente y rápido de imprimir. Desafortunadamente no tiene la precisión de la impresora 3D por polvo, pero es funcional para el prototipo de la mano.

## Resultados

La finalidad de este proyecto es que se manufacture una prótesis económica a diferencia de las que ya existen en el mercado como la Prótesis MaGentart, Prótesis 3Dnatives. Con los resultados obtenidos con este proyecto, concluimos que es posible construir una prótesis económica y de buena calidad. En el mercado actual

en Estados Unidos, una prótesis vale en promedio \$ 4 000 USD y, el costo la prótesis que nosotros construimos fue aproximadamente de un 20% del valor actual de una prótesis de dicho país. El máximo peso que puede cargar toda la mano en cuestión equivale a  $2.5 \pm 0.5$  kg., dependiendo el objeto, ver figura 6.

Los grados de libertad que incorpora esta limitado para cargar peso, pero funciona como una pinza y sostiene los objetos con ayuda de los demás dedos.



Figura 6. Prototipo levantando pieza de aluminio

## Conclusiones

La prótesis fue creada para que las personas que han perdido una extremidad de su cuerpo, pueden satisfacer sus necesidades, se vuelvan autosuficientes y tengan una vida normal. Este proyecto aún requiere de más trabajo e investigación, ya que nos debemos adaptar a los avances tecnológicos que existen hoy en día. La ingeniería nos ha permitido la creación de la prótesis, y gracias al desempeño de diferentes disciplinas como la Manufactura aditiva, la Robótica y la Medicina, las cuales hicieron posible el desarrollo de este proyecto de innovación.

## REFERENCIAS

- Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechatronics. Scitech.
- Dorado, J. M (2005). *Robótica y Prótesis Inteligentes*. Revista Digital Universitaria. Volumen 6 Número 1, DGSCA–UNAM, ISSN: 1067-6079  
url: [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01\\_enero.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf)
- Evans, Brian W. (2007). Arduino, Creative Commons. Primera Edición. Fernández, Calva (2010). Diseño y Evaluación de Prototipo de Mano Robot. García, D. (2014). Avances en prótesis. Rev. Med. Clin. Condes.
- Innovation Strategy (2010). *Biomedicine and Health*. OECD.  
url: <http://www.oecd.org/health/biotech/46925602.pdf>
- Reyes, C. (2012). *Morfología.*, Panamericana 2, Primera edición.
- Robredo, G. A. R. (2001). *Electrónica básica para ingenieros*. Gustavo A. Ruiz Robredo.
- Solid Works Corporation, SWC (2011), Solid Works 2011, Dassault Systemes.
- Peerdeman, Bart (2014). *Mechanism and Machine Theory*. ScienceDirect.
- Vazhnov, Andrei (2013). Impresión 3D (Como va a cambiar el mundo). Primera Edición.

# Sonar de Batman



## Autores:

Clementina Rueda Germán  
Miguel Ángel Amador Castillo  
Iván de Jesús Rivas Cambero  
José Humberto Arroyo Núñez



Universidad Politécnica de  
Tulancingo

[clementina.rueda@upt.edu.mx](mailto:clementina.rueda@upt.edu.mx)  
[miguel\\_amador1@hotmail.com](mailto:miguel_amador1@hotmail.com)  
[ivan.rivas@upt.edu.mx](mailto:ivan.rivas@upt.edu.mx)

## Resumen

El “Sonar de Batman” provee al usuario con baja o nula visión una alternativa para poder desplazarse de manera autónoma sin correr riesgos físicos que pudieran ser ocasionados al colisionar con obstáculos como: paredes, postes, ventanas, escalones, entre otros. El usuario solo necesita portar una gorra convencional, dotada con elementos electrónicos, para que sea advertido de manera eficiente y oportuna, cuando se aproximan a un objeto.

**Palabras clave:** Sensor, ultrasonido, ceguera, movilidad, procesamiento digital.

## Introducción

La persona que carece de visión, necesita explorar con otros recursos para poder analizar su entorno. Existe la creencia que la persona ciega tiene “más desarrollados” los otros sentidos. Esto no es así, la agudización de la percepción táctil, por ejemplo, es el resultado de la ejercitación y no de una compensación espontánea. La persona que adquiere ceguera en edad adulta encuentra que el espacio se ha tornado hostil: no sabe que es lo que hay cerca, teme movilizarse solo, los desplazamientos se vuelven experiencias de tensión y miedo (Morales). Para movilizarse, las personas con debilidad visual recurren a alguna de las siguientes técnicas (Dirección general de educación especial):

- **Guía Vidente.** Persona que sirve de apoyo para el desplazamiento del invidente el cual se sitúa un poco por detrás del guía y coge a este por encima del hombro. El inconveniente es que la persona que funge como guía deberá atenerse a las actividades necesarias de la persona con debilidad visual.
- **Auxiliares Electrónicos.** Son básicamente mecanismos electrónicos que emiten algún tipo de señal al entorno y que recogen el eco de esta señal devuelto por los objetos con los que choca, traduciéndolo en una información que pueda ser percibida por el usuario, ya sea mediante impulsos táctiles o auditivos.
- **Perros Guías.** Auxiliar de movilidad, poco utilizado en Latinoamérica, el perro se mantiene en el lado izquierdo de la persona ciega y camina en paralelo. Ventajas: Produce una gran tranquilidad en los desplazamientos en exteriores, permite esquivar los obstáculos sin tener que llegar a entrar en contacto con ellos. Desventajas: Precisa de cuidados muy estrictos (higiénicos, alimenticios).
- **Uso de bastón.** El bastón de movilidad se fabrica con tubos de aluminio hueco recubierto de material plástico. Las desventajas radican en que no detecta objetos que se encuentran en la parte superior y además es necesario que la persona utilice alguna de sus manos para portarlo.

La solución más viable reside en el empleo de elementos electrónicos, de los cuales los modelos analizados son pulseras que se colocan en las manos que conllevan a las

mismas desventajas descritas en el uso de bastón. Empleando elementos electrónicos, pensando en el bienestar de cierta parte vulnerable de la población y enfocando la investigación y el desarrollo tecnológico para atender necesidades que mejoren la calidad de vida, se crea este prototipo denominado “Sonar de Batman” haciendo referencia a los murciélagos y su sentido de orientación empleando ultrasonido. El principio de funcionamiento del “Sonar de Batman” está basado en la detección de obstáculos a través de sensores ultrasónicos, los cuales emiten señales sonoras que rebotan en cualquier obstáculo; calculando de manera automática a través de un microcontrolador la distancia a la que se localiza, si la distancia hacia el obstáculo es mínima y este interfiere con el libre transitar de la persona, se genera una alerta sonora y vibratorio con la cual el usuario que porta la gorra con el “Sonar de Batman” pueda tomar precauciones para evadirlo.

## Objetivos

### General

Proveer a las personas con baja o nula visión una alternativa para poder desplazarse de manera autónoma sin correr riesgos físicos, portando una gorra convencional con elementos electrónicos.

### Específicos

- Construir un prototipo que sirva de base para el diseño, pruebas y posible comercialización.
- Emplear elementos convencionales de censado, procesamiento, energía, entre otros, para conformar el prototipo.
- Generar y procesar una señal sonora que sea utilizada como referencia, para calcular la distancia de separación entre objetos.
- Utilizar un microcontrolador para el procesamiento de información.
- Producir alertas sonoras y vibratorias cuando el usuario se aproxime a un objeto u obstáculo.

## Estado del Arte/Grado de Innovación

Los elementos actuales empleados por cierta población con debilidad visual; para poder desplazarse de manera autónoma, en su mayoría están enfocados a bastones convencionales y algunos contienen elementos mecánicos o electrónicos, además de parlantes que generan ayuda sonora. El bastón, es una herramienta fundamental para la orientación y movilidad del deficiente visual y ciego. Tiene tres funciones básicas: distintivo, protección e información (Meroño, 2000). Bastones con reconocimiento facial, capaces de guiar en interiores o detectar obstáculos son algunas de las alternativas que han surgido en los últimos años. Una empresa española opta por 'apps' y 'wearables' para que los invidentes no solo lleguen a su destino, sino que además conozcan todos los detalles del recorrido gracias a una voz sintética (Sánchez). En el año 2013 se presentó un prototipo de bastón electrónico inteligente para que las personas ciegas puedan detectar obstáculos, consta de tres sensores que detectan los objetos que el invidente tiene su alrededor, avisándole a través de la vibración de una pulsera magnética de aquellos que se encuentran exclusivamente sobre su cabeza, como las ramas, para no saturarle de información (Sánchez). Otros dispositivos han sido construidos, como el presentado por Elena Calvo de una universidad española, empleando etiquetas RFID (Identificación por radio frecuencia) que proporcionan información al bastón que se encuentra provisto de un lector en su parte inferior, además de una placa de Arduino y un módulo Bluetooth que se encargan de transmitir la localización a una 'app'. El teléfono indica al usuario el punto en el que se encuentra y los siguientes pasos que tendrá que dar hasta llegar a su destino. La desventaja de este tipo de bastones es el empleo de las manos restando libertad de movimiento.

Los elementos auxiliares para la movilidad urbana, están basados de igual forma en lentes como los Google Glass que incorpora un sistema que le facilita llegar al destino, además enuncia todos los detalles del camino en tiempo (Sánchez). Algunos equipos han sido instalados en wearables más baratos en comparación con las gafas de Google, con el fin de dejar a los usuarios con las manos libres. Toyota crea un wearable para ciegos, tiene un diseño de collar abierto que descansa sobre el cuello y hombros del

invidente y que integra una serie de sensores y cámaras para ayudar a identificar sanitarios, ascensores, escaleras o puertas (Pastor). La desventaja es que por su costo no es accesible para todos los usuarios.

Otros dispositivos son incluidos en calzados como el Duspavoni que se coloca en la suela del calzado y posee tres sensores ultrasónicos que actúan como un sonar que advierte sobre objetos a un radio de 25 centímetros (EFE). Si existiera algún obstáculo a mediana altura no sería detectado.

El centro de investigación aplicada, Vicomtech-IK4, desarrolló un sistema, denominado ARGUS, que permite a los invidentes moverse de forma autónoma mediante un GPS basado en sonidos 3D, los sonidos permiten desplazarse a la persona. El sonido le indica que gire a la derecha o a la izquierda, el GPS va guiando al usuario hasta llegar a su destino (Artola), el usuario además de audífonos tiene que usar bastón para protegerlo de posibles accidentes.

Sombreros que ayudan a los ciegos a orientarse mejor igual son encontrados en la literatura, por ejemplo, el creado por ingenieros del Instituto de Tecnología de Karlsruhe (KIT) en Alemania. Este dispositivo integra un sistema de sensores ultrasónicos, baterías y almohadillas de presión que ayudan a los invidentes a sentir la presencia de paredes, objetos y otros elementos de su entorno (Arteaga). Este dispositivo sirve de orientación. La gran mayoría de los objetos analizados tienen desventajas que van desde la libertad de movimiento, costo, estructuras, comodidad, fallas en la detección de obstáculos entre otras. La innovación de este prototipo es la incorporación de un sistema de censado que detecta desniveles y obstáculos que sobresalen en las alturas además de su facilidad para ser incorporado a cualquier tipo de gorra, sombrero, casco, etc. el bajo costo es un beneficio extra.

## Metodología

El problema fundamental enfrentado para desarrollar este prototipo fue la manera electrónica de poder ver o detectar los obstáculos, la forma eficiente y que estaba al alcance sugiere el uso de ondas sonoras empleando sensores ultrasónicos como el que

se muestra en la Figura 1. Este es un detector de proximidad que localiza objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar ya que el sonido se refleja en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas. Los objetos detectados pueden ser de diferentes formas, colores, superficies y los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, siempre que sean capaces de reflejar las ondas sonoras (Wikipedia).



Figura 1. Sensor Ultrasónico (MaxElectrónica)

La siguiente contrariedad, una vez detectado el objeto, fue la manera de computar la distancia entre la persona y el obstáculo, esta fue determinada midiendo el tiempo de vuelo de la onda de ultrasonido entre el sensor y el objeto. Empleando un sistema de medición tradicional que consta de: dos transductores (sensores) que cumplen funciones de emisión y recepción de las ondas ultrasónicas; una etapa que amplifica y filtra la señal del receptor; un circuito detector de nivel basado en un comparador de tensión; una etapa que amplifica la señal de disparo y excita al transmisor; y por último una lógica de control y medición que se encarga de generar la señal de disparo y de procesar la información de tiempo de vuelo (Ferdegini & Lupi, 1998). Es necesario añadir que el “Sonar de Batman” cuenta con dos sensores ultrasónico debido a que se analizó la posibilidad de encontrar un desnivel o un obstáculo muy próximo al suelo por lo que un solo sensor; colocado a  $90^\circ$  con respecto a la posición vertical de la persona, no lo detectaría y por consiguiente el segundo sensor está inclinado a 30 grados. Después del proceso anterior, se obtiene una señal eléctrica proporcional a la distancia, por lo que se añadió un elemento que funciona como intérprete para comunicarse con el portador de este prototipo, el intérprete es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las

órdenes grabadas en su memoria; denominado microcontrolador, el cual hace una comparación entre la distancia recibida y la distancia de guarda para evitar que la persona choque con el objeto. El microcontrolador utilizado se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Microcontrolador Arduino UNO (**Electrónica Estudio**)

La forma de como alertar al débil visual que está en peligro, se resolvió gracias a la inclusión de una alarma sonora y vibratoria, si la distancia es igual o menor a la de guarda, el microcontrolador envía señales de encendido a la alarma sonora/vibrante, para que la persona pueda salvaguardarse del objeto. El generador de vibraciones o micro vibrador fue fácil de conseguir, ya que se obtuvo de un teléfono celular obsoleto, cabe hacer mención que la alarma sonora se activa cuando se detecta un obstáculo enfrente de la persona y el vibrador cuando se detecta algún desnivel u objetos a nivel de piso.

Casi concluido el proceso del dispositivo electrónico, se buscó la manera de adaptarlo a la persona sin afectar el funcionamiento del dispositivo y permitiéndole libertad de movimiento al individuo, por lo que se eligió una gorra común y corriente. La manera de ubicar los sensores, los dispositivos que generan la alarma sonora vibratoria y el microcontrolador, fue un proceso que llevó tiempo, ya que se buscó la mejor forma de acomodarlos para que no existiera interferencia entre ellos. Los sensores se localizan al frente de la gorra para poder detectar los obstáculos, el controlador se sitúa del lado izquierdo de la gorra y el sistema de alarma se localiza a un costado de sensor. La distribución de los componentes y el prototipo denominado sonar de Batman se observan en la Figura 3.



Figura 3. Sonar de Batman

Todos los dispositivos electrónicos consumen energía eléctrica, por lo que se ideó la forma de proveer dicha energía sin necesidad de que la persona pierda movilidad, por lo tanto una pila recargable de 9v fue incluida en el prototipo. Esta pila es recargable para la conservación del medio ambiente y para facilitar el abastecimiento de la misma. Para que el sonar de Batman se pueda alimentar; además de la pila, o recargar la batería sin que esté conectado a la red eléctrica, se pretende instalar un panel solar para darle autonomía al prototipo.

### Material empleado

- Miconrolador Arduino UNO
- 2 sensores ultrasónicos (HC-SR04).
- 1 motor vibrador.
- Una gorra convencional.
- 1 buzzer (alarma sonora).
- 1 pila recargable

### Resultados

Se realizaron varias pruebas para verificar el funcionamiento del prototipo y estos son los resultados obtenidos:

- Detecta objetos ubicados en frente, para que la persona no choque con ellos.
- Anuncia objetos a tres pasos de la persona para poder evadir los obstáculos (esta distancia es variable, para que la persona pueda usar la que mejor se adapte a su estilo de vida).

Es un proyecto de bajo costo ya que la mayoría de las personas con falta de visión son poco empleadas o tienen trabajos con remuneraciones bajas.

## Conclusiones

Este prototipo aún se encuentra en proceso de mejoramiento, se pretende emplear microelectrónica para disminuir el tamaño del mismo, reducir costos y ser incorporado en distintas prendas de vestir. Los resultados obtenidos son buenos ya que su nivel de detección de objetos y desniveles es alto, permitiéndoles a las personas caminar libremente sin necesidad de llevar ocupadas las manos como sucede con bastones o pulseras, es un dispositivo innovador que se encuentra en proceso de obtención de patente y comercialización.

## Referencias

- La crónica de hoy en Hidalgo.* (Abril de 2012). Obtenido de <http://www.cronicahidalgo.com/2012/04/intercambia-opinion-con-vecinos-de-tepeapulco/>
- Lopez, C. (11 de Marzo de 2001). *Getiopolis*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- López, M. (2015). Guías prácticas del manejo de las demencias. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 4-12.
- Arteaga, S. (s.f.). *Computer Hoy*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-sombrero-que-ayuda-ciegos-orientarse-mejor-39825>

Artola, M. Á. (s.f.). *Cambio16*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://www.cambio16.com/reportajes/un-gps-para-ciegos-con-sonidos-3d-para-llegar-a-su-destino/>

Association, A. P. (2016). *American Psychological Association*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.apa.org/centrodeapoyo/estres-lugar.aspx>

Blain, M., Huggins, J., & Lee, H. (2013). Comunicación cortical alterada en la esclerosis lateral amiotrófica. . *Cartas en la neurociencia*, 543 , 172-176.

Digital, M. (27 de Abril de 2013). *Milenio.com*. Recuperado el Mayo de 2016, de [http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres\\_laboral-productividad-tips\\_emprendedores\\_0\\_507549519.html](http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres_laboral-productividad-tips_emprendedores_0_507549519.html)

*Dirección general de educación especial*. (s.f.). Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de SEV: <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>

*Electrónica Estudio*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.electronicaestudio.com/i/f/ArduinoUnoR3Front.jpg>

EFE. (s.f.). *Mundo Contact* . Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://mundocontact.com/dispositivo-wearable-ayuda-a-caminar-sin-baston-a-ciegos/>

Estreslaboral.INFO. (1 de Enero de 2015). *Estreslaboral.INFO*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://www.estreslaboral.info/sindrome-de-burnout.html>

Ferdeghini, F., & Lupi, D. (1998). Sistema de detección combinado para sensores ultrasónicos . *AADECA*, (págs. 514-519).

Garcia, C. R. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion del trabajo*. México: McGraw - Hill.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medicion de trabajo*. México: McGraw Hill.

González, L. F. (Septiembre de 2012). *UAQ*. Recuperado el 2016, de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/710/1/RI000302.pdf>

Gruis, K., Huggins, J., & Thompson, L. (2014). Una interfaz cerebro-computadora conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial. *Discapacidad y rehabilitación: Tecnología de asistencia, Volumen 9(2)* , 144-150.

Gutiérrez, E., & Alfonso, V. (2011). Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios. *Psicología Iztacala* , 349-368.

(1980). En N. M, & R. T, *El nuevo tesoro de la juventud* (págs. 67-76). MÉxico: CUMBRE.

*MaxElectrónica*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.maxelectronica.cl/169/sensor-ultrasonico-hc-sr04.jpg>

Mendoza, A. (11 de Agosto de 2014). *Noticias Net*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de NoticiasNet: <http://old.nvinoticias.com/istmo/general/laboral/226736-alfareria-crisis-falta-apoyo>

Meroño, C. (2000). Ayuda técnica para personas ciegas y deficientes visuales. VVAA. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.

Miravalles, J. (2012). *Javier Miravalles*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.javiermiravalles.es/sindrome%20burnout/Cuestionario%20de%20Maslach%20Burnout%20Inventory.pdf>

Morales, C. V. (s.f.). *Ceguera y Debilidad Visual*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de Wikispace: <https://cegueraydebilidadvisual.wikispaces.com/>

mx, I. (26 de Agosto de 2015). *Informador.mx*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.informador.com.mx/economia/2015/611076/6/estres-laboral-afecta-a-empleados-y-empresas.htm>

OMS. (enero de 2015). *organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Pastor, J. (s.f.). *Xataka*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://www.xataka.com/wearables/toyota-crea-un-wearable-para-ciegos-que-puede-asistirles-en-su-dia-a-dia>

Riggs, J. L. (2012). *Sistemas de producción: Planeación, análisis y control*. México: Limusa Wiley.

Rodezno, G. M. (Noviembre de 2009). *Universidad de Morelos*. Recuperado el 2016, de <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/300/1/Tesis%20Gloria%20Marina%20P%C3%A9rez%20Rodezno.pdf>

Rodríguez, M. D. (16 de Julio de 2007). *La Jornada*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de La Jornada: <http://www.jornada.enam.mx/2007/07/16.com.mx>

Sánchez, C. (s.f.). *hojaderouter*. Recuperado el 22 de septiembre de 2009, de eldiario.es: [http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston\\_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones\\_0\\_396160531.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html)

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

*Tepeapulco Hidalgo*. (16 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://tepeapulco.blogspot.mx/>

*Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)

# Software que ayude a efectuar la comunicación de personas con enfermedades neurodegenerativas utilizando una interfaz humano-computadora



Autores:

René Cruz Guerrero Alexander  
Miguel A. Cuamatzi García

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

[rcruz@itesa.edu.mx](mailto:rcruz@itesa.edu.mx)  
[14030383@itesa.edu.mx](mailto:14030383@itesa.edu.mx)

## Resumen

Las interfaces cerebro-computadora permiten generar señales de control a partir de ondas cerebrales siendo una alternativa de solución para la comunicación de personas con discapacidades motoras. Este proyecto consiste en el diseño e implementación de un software que permite a personas con enfermedades neurodegenerativas expresar sus necesidades básicas mediante el uso de una interfaz cerebro-computadora para emitir mediante gestos o pensamientos las instrucciones necesarias a un computador que sea capaz de obtener las indicaciones y convertirlas a voz. La interfaz tiene la función de que mediante el procesamiento de señales eléctricas recogidas en diferentes puntos del cerebro mediante electro-encefalografía no invasiva, dispara diferentes expresiones, acciones y gestos según los datos recogidos.

**Palabras clave:** Enfermedades neurodegenerativas, interface humano-computadora, señales electo-encefalográficas.

## Introducción

En los últimos años, las interfaces cerebro computadora han captado mayormente la atención para su uso en diversas áreas, debido a las funciones que realiza y a los adelantos logrados en los diferentes equipos de diagnóstico cerebral. Además, durante mucho tiempo se han realizado investigaciones sobre la actividad electro-encefalográfica y otras medidas electrofisiológicas de la función cerebral, ya que se prevé, podrían brindar un nuevo canal no muscular para el envío de información, mensajes o comandos al mundo externo.

Diversos investigadores han realizado publicaciones sobre el electroencefalograma (EEG) utilizado para evaluar trastornos neurológicos en clínica y para investigar las funciones cerebrales desde el laboratorio. Ellos han vislumbrado la idea de utilizar el EEG para la interpretación de pensamientos, planteando como uno de los objetivos, intentar que una persona pueda comunicarse con las demás o controlar un dispositivo, por medio de la medida directa de su actividad cerebral, sin la ayuda de conductos normales como los nervios periféricos o los músculos.

Aunque estos planteamientos parezcan ser demasiado ambiciosos, se ha descubierto que existen condiciones para desarrollar métodos o dispositivos que faciliten la interacción paciente-máquina a partir de ciertos patrones o señales aprendidas, ya que numerosos estudios han demostrado la correlación entre las señales de EEG y el movimiento real o imaginado, y entre las señales de EEG y las tareas mentales.

Cada vez son más las personas quienes se ven afectadas por enfermedades neurodegenerativas, según Minerva López, neuróloga coordinadora de consulta externa en el Hospital General de México indica que hay alrededor de 15 mil personas con esclerosis múltiple en México, esta enfermedad entre muchas otras, afecta las neuronas dañando el sistema nervioso, impidiendo que estas personas puedan llevar a cabo su vida de una forma normal (López, 2015).

La discapacidad motriz le impide a una persona realizar diversas actividades, como poder expresarse, desplazarse o manipular objetos entre otras, como una alternativa dentro de

las múltiples soluciones que requiere este tipo de pacientes. En este trabajo se propone desarrollar un software que dé solución a la problemática que tienen estos pacientes, haciendo uso de una interfaz cerebro-computadora, dándoles la oportunidad de mejorar su calidad de vida. La interfaz a utilizar se basa en la adquisición de ondas cerebrales para luego ser procesadas e interpretadas por una máquina u ordenador. Para ello, se utiliza una diadema que permite capturar y transferir señales EEG a un procesador por medio de una interface, los movimientos oculares de pámulos y/o de parpados, son descifrados para moverse por una interfaz gráfica con una colección de emociones o necesidades, los cuales son expresados de manera sonora.

Los productos comerciales son muy pocos y no pueden adaptarse a las diferentes necesidades o limitantes de cada persona, por lo que este proyecto permite ofrecer una solución a diversos tipos de pacientes con discapacidad motora.

## **Objetivos**

### **General**

Desarrollar un software que permita recibir y procesar señales electro-encefalográficas mediante el uso de una interfaz cerebro computadora para facilitar la comunicación a personas con discapacidad motriz.

### **Específicos**

- Configurar los sensores de la interfaz cerebro computadora
- Desarrollar el módulo de adquisición de señales
- Desarrollar la interface de comunicación con el usuario
- Desarrollar módulo de emisión de expresiones mediante voz
- Realizar pruebas del software

### **Estado del Arte/Grado de Innovación**

Respecto a trabajos relacionados, el uso de este tipo de interfaz se ha ocupado anteriormente de manera general en proyectos como los siguientes:

- En marzo de 2003, una interfaz cerebro computadora diseñada para controlar un cursor en un dispositivo electrónico.
- Abril 2004, se realizó un estudio de opciones disponibles en tecnologías de rehabilitación que son usadas para personas con desordenes severos neuromusculares, haciendo uso de una interface cerebro computadora.
- Junio 2009, La Universidad Nacional de entre Ríos, en la facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, realizó un estudio con el objetivo de detectar la señal de potenciales evocados relacionados con eventos en interfaces cerebro computadora.
- En febrero de 2013 Blain et. al. realizaron un estudio para explorar si la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), un trastorno asociado principalmente con la degeneración del sistema motor, es asociada con las alteraciones en la comunicación frontoparietal que puede ser evaluada con la electroencefalografía durante una tarea cognitiva (Blain, Huggins, & Lee, 2013).
- En junio de 2014 Gruis et. al. crearon una interfaz después de realizar un estudio del impacto en el rendimiento de la utilización de una interfaz cerebro-computadora (BCI por sus siglas en inglés) como un dispositivo de entrada conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial (Gruis, Huggins, & Thompson, 2014).
- En mayo de 2015, se desarrolló un proyecto por miembros del Instituto de Investigación en Bioingeniería y tecnología orientada al ser humano de la Universidad Politécnica de Valencia, consiste en dos herramientas de software que tienen como objetivo ayudar a los profesionales clínicos a tomar las mejores decisiones en el diagnóstico precoz y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas.

Existen hasta el momento pocos productos que sirvan como interfaz cerebro computadora, entre las cuales se encuentra EPOC, la cual proporciona una interfaz al usuario que permite interactuar entre sus diferentes componentes con el fin de descifrar señales cerebrales.

Sin embargo, aunque existen estos tipos de interfaces, su uso más común es para proyectos relacionados con juegos o entretenimiento, los proyectos que hay para la interacción con personas que padecen alguna enfermedad son muy pocos, lo cual abre una oportunidad para desarrollar un sistema que sea eficaz y que satisfaga las necesidades de comunicación básicas de estas personas, por lo cual el proyecto posee un impacto de carácter social.

## Metodología

Respecto a la metodología de investigación, se utilizó el método general hipotético deductivo, apoyándose de métodos teóricos y empíricos. El método teórico, debido a que se utilizó el método de análisis síntesis para estudiar y analizar el estado del arte del tema y sintetizar una propuesta dentro del marco de la investigación. El método empírico, debido a que se utilizó el método de experimentación con el uso de la interfaz.

Por otra parte, respecto al desarrollo del software y el tipo de sistema a desarrollar se utilizó una metodología basada en prototipos, esto es debido a que permite obtener una versión temprana y porque no necesita inicialmente los requerimientos en forma detallada. Además de contar con las siguientes ventajas: reutilizar el código, agregar módulos o componentes y facilitar la realización de constantes pruebas.

El paradigma de construcción de prototipos comienza con la recolección de requisitos, el desarrollador y el usuario definen los objetivos globales para el software, identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es obligatoria más definición. El diseño rápido se centra en una representación de esos aspectos que serían visibles para el usuario y lleva a la construcción de un prototipo. El prototipo lo evalúa el cliente/usuario y se utiliza para refinar los requisitos del software a desarrollar, la iteración ocurre cuando el prototipo se pone a punto para satisfacer las necesidades de los clientes, permitiendo al mismo tiempo que el desarrollador comprenda mejor lo que se necesita.

## Resultados

Respecto a los resultados, se desarrolló la aplicación que tiene la capacidad de recibir las señales emitidas por la interface Emotiv Epoc, las procesa y dependiendo de las opciones que el usuario seleccione emite su correspondiente mensaje a voz.

Una vez ajustado el casco Emotiv adecuadamente y después de comprobar que todos los sensores estuvieran en un nivel aceptable de funcionamiento, se realizaron los ajustes y configuraciones necesarias para lograr un correcto funcionamiento del software.

En un primera etapa se programó una interfaz de configuración que se muestra en la Figura 3, consistiendo en un panel de calibración donde su objetivo será apagar todos los botones para así pasar a la siguiente ventana, el usuario moverá un puntero con su cabeza o el movimiento de los ojos dependiendo el grado de avance de su padecimiento, para apagar los botones tendrá que posicionarse encima de alguno (cuando se posiciona encima de uno, el mismo cambia a un color verde) y confirmar mediante un movimiento

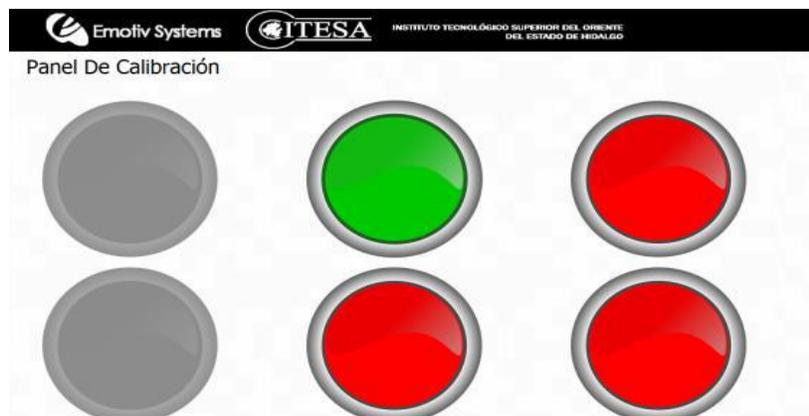


Figura 1. Panel de calibración

En una segunda etapa se desarrolló la interfaz cuya pantalla principal se muestra en la Figura 4, esta es capaz de recibir las señales neuronales, procesarlas y emitir como resultado una señal de voz. Le brinda al usuario un menú de imágenes, dentro las cuales él puede seleccionar alguna mediante un movimiento mínimo de la cabeza o de los ojos,

dependiendo de lo que quiera expresar. Cabe mencionar que las opciones sólo permiten expresar necesidades básicas. Se seleccionaron imágenes capaces de mostrar de manera muy representativa las actividades que desea elegir.



Figura 2. Menú de opciones básicas

Una vez seleccionada una de las opciones, deberá confirmarse con un leve movimiento de pómulo. Por ejemplo, si se elige la primera imagen el sistema emitiría el mensaje en voz correspondiente a la frase “Tengo Hambre”. Una última parte del software le permite al usuario introducir texto para poder expresar cualquier frase, su interfaz se muestra en la Figura 3, esto ampliará la gama de opciones para el paciente.



Figura 3. Interfaz para introducir cualquier frase

En la Figura 4 se muestran imágenes de algunas de las pruebas realizadas con la interface y el software, obteniendo buenos resultados con diferentes usuarios.



Figura 4. Imágenes de pruebas de la interface y el software

## Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto requirió integrar y aplicar conocimientos de diferentes asignaturas como: programación, electrónica e interfaces. También permitió comprobar las ventajas que proporciona la utilización de una interface humano-computadora que incluye sensores para señales electro-encefalográficas.

Se lograron los objetivos planteados incluyendo la configuración de la interfaz y la programación de los módulos planteados inicialmente. Finalmente, después de realizar las pruebas del software desarrollado con diferentes tipos de personas, se obtuvieron los resultados esperados.

## Referencias

- La crónica de hoy en Hidalgo.* (Abril de 2012). Obtenido de <http://www.cronicahidalgo.com/2012/04/intercambia-opinion-con-vecinos-de-tepeapulco/>
- Lopez, C. (11 de Marzo de 2001). *Getiopolis*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

López, M. (2015). Guías prácticas del manejo de las demencias. *Revista Mexicana de Neurociencia* , 4-12.

Arteaga, S. (s.f.). *Computer Hoy*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-sombrero-que-ayuda-ciegos-orientarse-mejor-39825>

Artola, M. Á. (s.f.). *Cambio16*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://www.cambio16.com/reportajes/un-gps-para-ciegos-con-sonidos-3d-para-llegar-a-su-destino/>

Association, A. P. (2016). *American Psychological Association*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.apa.org/centrodeapoyo/estres-lugar.aspx>

Blain, M., Huggins, J., & Lee, H. (2013). Comunicación cortical alterada en la esclerosis lateral amiotrófica. . *Cartas en la neurociencia*, 543 , 172-176.

Digital, M. (27 de Abril de 2013). *Milenio.com*. Recuperado el Mayo de 2016, de [http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres\\_laboral-productividad-tips\\_emprendedores\\_0\\_507549519.html](http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Estres_laboral-productividad-tips_emprendedores_0_507549519.html)

*Dirección general de educación especial*. (s.f.). Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de SEV: <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>

*Electrónica Estudio*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.electronicaestudio.com/i/f/ArduinoUnoR3Front.jpg>

EFE. (s.f.). *Mundo Contact* . Recuperado el 22 de septiembre de 2016, de <http://mundocontact.com/dispositivo-wearable-ayuda-a-caminar-sin-baston-a-ciegos/>

Estreslaboral.INFO. (1 de Enero de 2015). *Estreslaboral.INFO*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://www.estreslaboral.info/sindrome-de-burnout.html>

Ferdeghini, F., & Lupi, D. (1998). Sistema de detección combinado para sensores ultrasónicos . *AADECA*, (págs. 514-519).

Garcia, C. R. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*.

Garcia, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medición del trabajo*. México: McGraw - Hill.

García, C. R. (2013). *Estudio del trabajo: Medición de trabajo*. México: McGraw Hill.

González, L. F. (Septiembre de 2012). UAQ. Recuperado el 2016, de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/710/1/RI000302.pdf>

Gruis, K., Huggins, J., & Thompson, L. (2014). Una interfaz cerebro-computadora conecta-y-juega para operar la tecnología de asistencia comercial. *Discapacidad y rehabilitación: Tecnología de asistencia, Volumen 9(2)* , 144-150.

Gutiérrez, E., & Alfonso, V. (2011). Una descripción general del burnout y sus efectos en profesores universitarios. *Psicología Iztacala* , 349-368.

(1980). En N. M, & R. T, *El nuevo tesoro de la juventud* (págs. 67-76). México: CUMBRE.

*MaxElectrónica*. (s.f.). Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <http://www.maxelectronica.cl/169/sensor-ultrasonico-hc-sr04.jpg>

Mendoza, A. (11 de Agosto de 2014). *Noticias Net*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de NoticiasNet: <http://old.nvinoticias.com/istmo/general/laboral/226736-alfareria-crisis-falta-apoyo>

Meroño, C. (2000). Ayuda técnica para personas ciegas y deficientes visuales. VVAA. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.

Miravalles, J. (2012). *Javier Miravalles*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.javiermiravalles.es/sindrome%20burnout/Cuestionario%20de%20Maslach%20Burnout%20Inventory.pdf>

Morales, C. V. (s.f.). *Ceguera y Debilidad Visual*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de Wikispaces: <https://cegueraydebilidadvisual.wikispaces.com/>

mx, I. (26 de Agosto de 2015). *Informador.mx*. Recuperado el Abril de 2016, de <http://www.informador.com.mx/economia/2015/611076/6/estres-laboral-afecta-a-empleados-y-empresas.htm>

OMS. (enero de 2015). *organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Pastor, J. (s.f.). *Xataka*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://www.xataka.com/wearables/toyota-crea-un-wearable-para-ciegos-que-puede-asistirles-en-su-dia-a-dia>

Riggs, J. L. (2012). *Sistemas de producción: Planeación, análisis y control*. México: Limusa Wiley.

Rodezno, G. M. (Noviembre de 2009). *Universidad de Morelos*. Recuperado el 2016, de <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/300/1/Tesis%20Gloria%20Marina%20P%C3%A9rez%20Rodezno.pdf>

Rodríguez, M. D. (16 de Julio de 2007). *La Jornada*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de La Jornada: <http://www.jornada.enam.mx/2007/07/16.com.mx>

Sánchez, C. (s.f.). *hojaderouter*. Recuperado el 22 de septiembre de 2009, de eldiario.es: [http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston\\_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones\\_0\\_396160531.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html)

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

Servin, J. (20 de Septiembre de 2001). *Mexico Desconocido*. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/la-ceramica-servin.html>

*Tepeapulco Hidalgo*. (16 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://tepeapulco.blogspot.mx/>

*Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_ultras%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)

Blase R., T., C. Dominguini y T. T. Micrognelli. "Situaciones inesperadas por el uso de las ecuaciones libres en la industria cocotera,", 17 de Abril de 2005.

# Sayab Block



## Autores:

Alejandro González Ramírez  
Alexander Pacheco Olmedo  
Marco Antonio Hernández De Ita



Universidad Tecnológica de  
Tulancingo

[1713110295@utectgo.edu.mx](mailto:1713110295@utectgo.edu.mx)  
[irmacq@utec-tgo.edu.mx](mailto:irmacq@utec-tgo.edu.mx)  
[adali.vazquez@utec-tgo.edu.mx](mailto:adali.vazquez@utec-tgo.edu.mx)  
[mgonzalez@utec-tgo.edu.mx](mailto:mgonzalez@utec-tgo.edu.mx)

## Resumen

Sayab Block es un proyecto universitario inspirado en la creación de un block ecológico, pensado en disminuir la contaminación ambiental elaborado de lama, aserrín, barro, barnizado con baba de nopal, el cual cumple con dos funciones, cuidar el medio ambiente y ofrecer un producto con las mismas posibilidades de uso, pero a un menor precio; ofreciendo diversas presentaciones (tabique, tabicón y block) para su comercialización. El proyecto se encuentra en fase de prototipo, cuenta con beneficios, ahorro de energía, larga duración, económico, resistente, capaz de soportar cargas muy pesadas y un buen aislante del frío y calor exterior. En el desarrollo del proyecto se logró comprender que nuestro planeta está realmente en peligro y que una de las principales causas del deterioro ambiental es la industria de la construcción, es así como Sayab Block ofrece una solución para impedir que el deterioro ambiental avance gradualmente.

**Palabras clave:** Block, ecología, medio ambiente y construcción.

## Introducción

Hoy en día vivimos en un mundo en el que las afectaciones ambientales son cada vez mayores teniendo que buscar soluciones en materia de reciclaje y reutilización de los residuos sólidos urbanos. La sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo provocan un considerable aumento en la cantidad de residuos generados. El hombre contemporáneo fabrica infinidad de artículos para satisfacer una creciente demanda lo que conlleva a la acumulación de un gran volumen de desechos. Aunado a esta situación la ineficiencia con que los residuos son manejados, el resultado obtenido es la contaminación de agua, suelo y aire, manifestándose en problemas de salud pública y efectos adversos sobre el ambiente, además de conflictos sociales y políticos. Gracias a esto es que en estos tiempos la cultura por el aprovechamiento de los materiales reciclados ha crecido, provocando que los materiales y métodos empleados para la construcción empiecen a cambiar surgiendo nuevos materiales más resistentes y reciclar los materiales que se utilizan en la construcción, es decir, emplea materiales y sistemas que cumplen con los requerimientos técnicos para cada situación, pero sin dejar atrás el aprovechamiento de materiales reciclados.

## Objetivos

### General

Crear un ladrillo ecológico con algunos desechos inutilizables de materias primas, que tengan las mismas características y aplicaciones que un ladrillo convencional, pero que no tenga un proceso de elaboración contaminante.

### Específicos

- Realizar un proceso científico de experimentación para identificar los materiales precisos en cantidad y calidad para elaborar un block ecológico que pueda ser empleado de manera segura en la industria de la construcción.
- Realizar las pruebas necesarias para determinar las características y beneficios que tiene este prototipo.
- Analizar de qué manera beneficia al medio ambiente la utilización del block ecológico.

- Comparar el costo de elaboración del block ecológico con los materiales convencionales de construcción.

## **Estado del Arte/Grado de Innovación**

Actualmente, la contaminación ambiental es uno de los problemas más graves de salud pública que se presentan a nivel mundial. Por esto, es de primordial interés crear en las personas conocimiento y conciencia para la solución de dicho problema por la producción de ladrillos, debido al tipo de combustibles que se utilizan para la cocción de esos productos: leña, llantas, madera, plásticos o textiles, entre otros, al ser quemados, emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas sólidas. Es prioritario atender el problema de las fuentes emisoras de estos gases y, a la vez, mejorar las condiciones de fabricación de los fabricantes, ya que de esta actividad dependen numerosas familias. Se requieren, pues, otros combustibles que puedan cubrir los requerimientos de energía necesarios para la cocción de los productos y que sustituyan a los que hasta ahora se han empleado para la elaboración de ladrillos (Deboy, 2014). Al igual que los ladrillos o tabiques, la elaboración de block también contamina, con la diferencia que este contamina el suelo ya que todas las sustancias químicas utilizadas para la elaboración del block las absorbe la tierra haciéndola infértil. Con la finalidad de que la contaminación excesiva disminuya, se pensó en realizar un material de construcción, elaborado con productos 100% naturales, alternativa viable para cuidar el medio ambiente, no contaminando el aire pues su secado es con energía solar y no hay un sólo químico que el suelo pueda absorber.

## **Metodología**

Conforme a Sampieri (2014) el desarrollo del presente proyecto es bajo el enfoque cuantitativo debido a que se planteó un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, aunque en evolución. Realizando además un estudio exploratorio, que conforme a este autor consiste en examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, el cual no se ha abordado antes, pues se pretende indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas como es el caso de Sayab Block, obteniendo información valiosa en la elaboración del prototipo y con la posibilidad de llevar a cabo una investigación más profunda de nuevos elementos, así como identificar conceptos o variables promisorias (Ver Figura 1).



Figura 1: Logo Sayab Block.  
Fuente: Elaboración propia.

### ***Elaboración del prototipo***

A continuación se da a conocer los materiales y medidas que se utilizaron para la realización de un millar de tabiques de Sayab Block de forma artesanal (Ver Figura 2).

- 9 carretillas de lama.
- 4 carretillas de barro.
- 2 carretillas de viruta.
- 20 litros de baba de nopal.
- Suficiente agua a fin de obtener la textura deseada.
- Moldes de madera con las medidas deseadas.



Figura 2: Elaboración de Sayab Block.  
Fuente: Propia.

Los pasos a seguir para la elaboración de Sayab Block fueron los siguientes:

1. Para iniciar se realiza un agujero con una medida de 5 metros cuadrados en cualquier tipo de superficie, realizando así una mezcla de barro, lama y agua; como este block y/o tabique está elaborado de manera artesanal dicha mezcla se realiza con los pies, colocando poco a poco el aserrín y la viruta, para finalizar se coloca la baba de nopal haciendo una mezcla lo más homogénea posible.
2. Para lograr realizar dichos tabiques con las medidas deseadas, se utilizan moldes de madera con las medidas deseadas, colocándolos en una superficie donde haya tierra, poniéndolos de tal manera que el tabique quede boca abajo, se dejan secar entre 3 y 5 días, en el día 3 se levantan para barnizarlos con baba de nopal.
3. Para evitar que se agriete, al secar se añade a la masa paja, crin de caballo, heno seco, que sirven como armadura. Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el albañil pueda manejarlo con una sola mano, normalmente son de proporciones de 1:2 entre el ancho y el largo, variando en su espesor entre 6 y 10 cm., medidas que permiten un adecuado secado. Las proporciones más comunes de encontrar son de 6 x 15 x 30 cm., 10 x 30 x 60 cm., y 7 x 20 x 40 cm.; esto depende de la región y sus condiciones.

### Pruebas realizadas

Se realizó una prueba de resistencia colocando un block convencional y uno de Sayab-Block, utilizando una polea obteniendo como resultado, una resistencia de presión hasta de un 200% mayor que un tabique convencional (Ver Figura 3).



Figura 3: Prueba de resistencia  
Fuente: Propia.

Se sumergió en un recipiente de 20 litros el tabique convencional así como uno de Sayab Block, obteniendo como resultado una absorción de 1 litro de agua y de menos de ½ litro respectivamente, llegando a la conclusión que Sayab Block absorbe menor cantidad de agua.

Al exponerse a una temperatura de 3,590.6 grados Fahrenheit o 1,977 grados Celsius, durante 5 minutos, un tabique convencional tomó un tono negro enfriándose después de 5 min., mientras que un tabique de Sayab Block a esa misma temperatura, no cambió su tonalidad, y se enfrió entre el primer y el segundo minuto después de retirar la llama o temperatura a la cual fue expuesta.

Permite un bajo consumo energético por sus cualidades aislantes por los materiales y los espesores utilizados ya que Sayab Block está compuesto por barro, el cual básicamente está integrado por arcilla es decir  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  o Silicato Hidratado de Aluminio, los cuales funcionan como aislantes naturales.

Como los muros son gruesos, las construcciones tienen una larga vida útil y actúan como barreras de protección contra los ruidos y las temperaturas excesivas porque siempre van en contra del clima natural por ejemplo, si hace mucho frío, dentro de la casa estará templado y abrigado y al contrario si hace mucho calor en la casa de adobe estará fresco. Así pues, son resistentes a lluvias, vientos y sismos, siempre y cuando los muros sean fuertes y proporcionales con la altura de la casa.

Los materiales utilizados para realizar Sayab Block son una gran opción para construcciones simples. Es barato, duradero, térmico, fácil de fabricar y de manejar, y tiene la cualidad de ser aislante del ruido exterior.

## Resultados

Este prototipo recibe el nombre de SAYAB BLOCK, está elaborado en un 50% de lama, 30% de aserrín y viruta y 20% barro, barnizándolo con baba de nopal. Fue pensado para disminuir la contaminación ambiental, realizándolo con materiales 100% naturales y reciclados, dicho producto cumple con dos funciones cuidar el medio ambiente y ofrecer

un producto con las mismas posibilidades de uso, pero a un menor precio e indirectamente brindar la posibilidad de nuevos empleos, ya que dicho producto es elaborado de manera artesanal, garantizando así un producto de calidad. Las presentaciones utilizadas son las siguientes:

Tabla 1: Presentaciones de Sayab Block.

NOMBRE	MEDIDAS
Tabique	6 x 12 x 24
Tabicón	10 x 14 x 28
Block	20 x 20 x 40

Fuente: Propia.

Se pensó utilizar el aserrín ya que es un desperdicio natural de la madera, la cual para muchos aserraderos es considerado basura así que buscamos una manera de reutilizarlo. Dichos blocks o tabiques pueden ser pegados con mortero el cual es un tipo de cemento 100% ecológico o bien con cemento convencional.

Sayab Block es un block ecológico elaborado a base de materiales 100% naturales, se seca mediante el sol o en dado caso la sombra. Tiene una durabilidad de 300 años se puede utilizar para la construcción de casas habitación, donde se puede observar lo siguiente:

- Funciona como aislante natural, es decir, si un cable de alta tensión callera en tu hogar no prendería fuego.
- Es térmico, así es que cuando haga frío, dentro de tu hogar o espacio construido con este tipo de material hará calor y en época de calor estará fresco.
- No absorbe líquidos, es decir, que cuando llueva no absorberá el agua como lo hacen los block´s convencionales o bien si los quieres pintar no tendrá que darle varias pasadas, con una, es más que suficiente ya que no absorberá la pintura.
- Funcionan como un aislante acústico, es decir evita que el sonido salga hacia el exterior.

- Al poner en contacto un block o tabique de este tipo de material al fuego, no se podrá negro como los tabiques convencionales.
- Es resistente a la presión un 200% más que un ladrillo normal

## Conclusiones

Muchos investigadores están apostando por productos que apoyen a la conservación del medio ambiente, en específico a la construcción esto con la elaboración de materiales poco agresivos al planeta (Bär, 2006).

El proyecto de investigación realizado ayuda a comprender que nuestro planeta está realmente en peligro y que una de los principales causantes del deterioro ambiental es la industria de la construcción, la cual, según el Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos, es responsable del 34% del consumo de energía mundial. Pero, también ofrece una gran variedad de métodos para impedir que este deterioro avance, como por ejemplo la utilización del ladrillo ecológico en lugar del ladrillo convencional. Este material ecológico cuenta con muchos beneficios, desde que ahorra energía hasta que es durable, es más económico, resistente, capaz de soportar cargas muy pesadas y un buen aislante del frío y calor exterior (Ambasz, 2014).



## Referencias

Ambasz, Emilio (2014). Arquitecto de controversias. Revista Para ti Deco, 204.

Arquitectura sustentable. Recuperado de:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable#Origen\\_del\\_t.C3.A9rmino](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable#Origen_del_t.C3.A9rmino)

Bär, Nora (2006). Un desarrollo tecnológico del Conicet, diario La Nación. Recuperado de <http://www.lanacion.com.ar/849741-ya-se-pueden-construir-casas-con-ladrillosdeplastico-y-cemento> Contaminación ambiental

Deboy, Marina (2014). Contaminación ambiental de la fábrica de ladrillos. Recuperado de: <http://contaminacionambiente.blogspot.com.ar/> Contaminación ambiental de la fábrica de ladrillos.

Hernández Sampieri, Roberto, et al. (2014) Metodología de a investigación. 6ta ed. México D.F. : McGrawHill



# Implementación de fibra artificial para mejorar la resistencia del block macizo de cemento



Autores:

Ángel Antonio Anaya Vera  
María de Jesús Murataya Islas  
Rogelio Gallardo Ramírez  
Isabel Mendoza Saldívar

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

## Resumen

En la construcción, un tema muy importante y de mucha relevancia es la seguridad en las edificaciones para que la ocupación de sus habitantes sea lo más placentera posible, esta seguridad se logra con una buena calidad de los materiales y una buena ejecución de procesos constructivos. Los materiales utilizados para nuestras edificaciones muchas veces no cuentan con los estándares de calidad requeridos por las normas mexicanas de la industria de la construcción.

Para garantizar que los productos sean de buena calidad es necesario hacer pruebas y pagar a laboratorios para certificar los productos; pero esto va a lograr que los costos de producción se acrecienten y por ende, el costo al público sea elevado. Por eso, es necesario implementar algún refuerzo barato y fácil de conseguir, para mejorar la resistencia de los elementos de mampostería artificial y poder así garantizar la buena calidad de un producto.

**Palabras clave:** Mejoramiento del block, materiales de construcción, implementación de refuerzo artificial, resistencia a la compresión.

## **Introducción**

Desde la antigüedad, en el proceso de construcción el hombre se ha valido de materiales y herramientas para construir refugios en los cuales se ha protegido de condiciones climáticas, de ataques por fieras, etc. Estos refugios fueron evolucionando al mismo tiempo que el hombre y se volvieron más sofisticados, con muros, techos, ventilaciones, etc. Entre más evolucionaba el hombre, mayores eran sus necesidades para sobrevivir y sus construcciones tomaban un rumbo condicionante, en el cual, cada edificación tenía un propósito determinado que cumplir; como almacenes para alimentos, lugares de oración, de gobernación, casas para vivir, etc. Cada construcción tenía un fin y dependiendo del propósito de la edificación se empezaron a utilizar diversos materiales con el objetivo de satisfacer su necesidad.

Para poder construir verticalmente, se valieron de un útil y necesario material que era un bloque de arcilla o de piedra porque se dieron cuenta que al hacer múltiples bloques y juntarlos de forma traslapada, el elemento constructivo se hacía más alto y mucho más resistente. Por ello, los materiales de construcción han evolucionado con mayor exigencia en producción y mejores estándares de calidad para poder construir de forma segura y confiable.

Cabe destacar que la producción en masa de los materiales ha sido un factor que induce a que los fabricantes bajen sus estándares, ya que hacen cantidad, no calidad. Por ende, muchos de los materiales producidos no cumplen con las normas de calidad y los fabricantes pierden ganancias por no poder vender su producción.

Debido al incremento de construcciones sin supervisión técnica y la adquisición de materiales de mala calidad alrededor de la zona que comprende los municipios del Estado de Hidalgo como Apan, Tepeapulco y Emiliano Zapata; y del Estado de Tlaxcala como lo son Calpulalpan y Nanacamilpa; es necesario implementar reguladores en las plantas productoras de blocks para que ofrezcan productos con las especificaciones y requerimientos bajo las normas mexicanas de materiales para la construcción. Para que las blockeras ofrezcan un block con alta resistencia, se deben ofrecer productos que ofrezcan mayor resistencia. En este trabajo se propone añadir al block, una porción de

fibra de polipropileno para que los blocks cumplan con las normas de calidad a bajo costo y sean de fácil adquisición.

Una solución para mejorar las condiciones de producción del block hecho en la zona, es mejorar el producto y hacerlo con mejor resistencia a la compresión. Para ello, se requiere de hacer modificaciones en el proceso de producción y en los materiales, lo cual generaría un aumento en el costo de fabricación y de venta. Por tal motivo, se propone que se haga un reforzamiento con refuerzos baratos o de reciclaje en el block, para que alcance sus estándares de calidad y que no afecte el bolsillo del fabricante y ni del comprador.

## **Objetivos**

### **General**

Evaluar la calidad de los materiales y el proceso de fabricación de block para la construcción, en los laboratorios del programa de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, con base en la NMX-C-404-ONNCCE-2005 y proponer la fabricación de un block diferente, que contenga fibra de propileno en su composición, con el fin de mejorar la calidad y resistencia del mismo, reduciendo así los riesgos físicos en las edificaciones.

### **Específicos**

- Identificar la calidad de los blocks producidos en la región que comprende los municipios del Estado de Hidalgo como Apan, Tepeapulco y Emiliano Zapata; y del Estado de Tlaxcala como lo son Calpulalpan y Nanacamilpa.
- Establecer las causas que originan la mala calidad de los blocks de construcción y de su proceso de fabricación.
- Ensayar las piezas de block que contienen el implemento de fibra de polipropileno, para probar su esfuerzo a la compresión y determinar si cumplen con la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005.

## **Estado del Arte/Grado de Innovación**

### **Componentes de block**

El Block es un compuesto de diferentes materiales como lo es el cemento, arena o tepezil y agua, utilizado comúnmente en la elaboración de muros en edificaciones, como todo material sin duda alguna tiene un límite de resistencia el cual está regido por la norma Mexicana NMX-C-036-ONNCCE-2004 la cual consiste en medir la resistencia a la compresión del elemento en cuestión (Morales, Padilla, M. A., 2008).

### **Block como material de construcción**

La construcción de edificios u obras públicas comprende el conjunto de técnicas, materiales, procesos, artes y oficios aplicados necesarios para llevar a cabo estas obras, para lo cual, se tienen en cuenta las propiedades del terreno y de los materiales de construcción, los condicionantes de los diferentes procesos o técnicas aplicadas a cada parte de la obra, así como las acciones a que está sometido el edificio a lo largo de su vida útil como son: el peso de los materiales, el peso derivado del uso del edificio o sobrecarga, las acciones del viento o de los terremotos, la contaminación atmosférica, el riesgo de incendio, etc. (Schmitt, H., 1978).

En la mayor parte de edificios, casas, escuelas y hospitales mexicanos se utilizan muros de mampostería los cuales poseen la tarea de aportar gran resistencia a la construcción, estos generalmente tienen como elemento básico las piedras artificiales, difiriendo éstas por las características geométricas y los procedimientos de fabricación.

Dentro de las piedras artificiales podemos encontrar el tabique, block y tabicón, las cuales se encuentran reguladas por la ONNCCE.

Se ha comprobado que el block como sistema constructivo es bueno, ya que sus innumerables ventajas lo hacen un elemento muy versátil; y por mencionar algunas, podemos decir que por sus dimensiones, el avance en obra es mayor, reduciendo tiempos de construcción. Podemos decir también que al irse formando las paredes de

block, éstas permiten tener una gran facilidad para poder canalizar en su interior las instalaciones de un edificio (Morales, Padilla, M. A., 2008).

Poseen una excelente capacidad de aislamiento térmico: los coeficientes de conductividad térmica están comprendidos entre 0,35 y 0,68 kcal/mh°, dando incluso valores inferiores a los que da la obra de fábrica de ladrillo hueco, que son de ~ 0,45 kcal/mh°. Su gran capacidad de aislamiento térmico se debe a las burbujas de aire finamente divididas, encerradas en los poros de los granos de piedra. El aire refinado e inmóvil proporciona una protección térmica mucho más eficaz que las masas de aire encerradas en la obra de fábrica de ladrillo hueco, pero tiene una capacidad de almacenamiento de calor más pequeña (Schmitt, H. 1978).

### **Deficiencias del block**

El block de cemento no es capaz de impedir el paso de humedad a su interior, absorbe la humedad con menos rapidez, pero en cambio, devuelve la humedad penetrada con mucha lentitud (Schmitt, H., 1978), es decir, que la pieza se encuentra húmeda y como resultado ocasiona la reproducción de microorganismos como lo son los hongos. Otra desventaja y principal defecto es su excesiva rigidez, que provoca escasa resistencia a la compresión, la rigidez aumenta entre más rico en cemento es el hormigón que se emplea en su fabricación (García, Rivero, J. L. 2008). El muro con block es muy resistente a la compresión, es decir que soporta la carga que gravita sobre él, pero es el que con más facilidad se agrita o quiebra en un movimiento telúrico (Morales, Padilla, M. A., 2008).

### **Mejoramiento del block**

En construcción es muy importante el control de calidad de los materiales para construcción ya que de eso depende que nuestra obra tenga un impacto económico, visual y sobre todo, lo más importante, que sea segura, resista y tenga una vida más larga de servicio.

En los muros recae una parte fundamental de la edificación ya que de ellos depende una protección climática y de la intemperie. Los muros en una construcción pueden ser divisorios o de carga y de diferentes alturas (García, Rivero, J. L., 2008). En muchas de las construcciones mexicanas el block de cemento se ha vuelto un material de suma importancia porque ha sustituido en gran medida al tabique de arcilla, ya que con el block se avanza más rápido y hay un ahorro en mano de obra, pues el tiempo de ejecución se reduce y ya que el block abarca más área, hay un ahorro en material.

Es importante aumentar la resistencia a la compresión del block por las condiciones ya mencionadas, para ello, se emplean materiales como aditivos para hacer un mejoramiento de la pieza. En este trabajo se propone hacer uso de materiales baratos y de fácil adquisición para que no se acreciente el costo del block.

## Metodología

- Las probetas se realizaron en el Municipio de Nanacamilpa, Tlaxcala, con un productor local de block.
- Los experimentos se llevaron a cabo en los laboratorios del programa de Ingeniería Civil, ubicados en carretera Apan-Tepeapulco, km 3.5, colonia las peñitas, Apan Hidalgo.
- Se fabricaron para su estudio 100 unidades de block de 15x20x40cm con diferentes dosificaciones de fibra de polipropileno, 25 piezas con 6 g, 25 piezas con 4 g, 25 piezas con 2 g y 25 piezas sin fibra. Se extrajeron núcleos de las piezas a los 7 días de edad, en forma de cilindros de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto.
- Se midió la resistencia a la compresión de los núcleos extraídos de los blocks con la máquina de compresión Marca Controls, Modelo 50-C31L4, Capacidad 1500 KN, año 2008, categoría 1, de 1 pieza seleccionada aleatoriamente de cada uno de los lotes fabricados bajo la norma NMX-C-404-ONNCCE-2004.

- Los materiales utilizados son:
  - Cemento 1 Kg/pza. (Seco)
  - Tepezil 5 Kg/pza. (Seco)
  - Agua 9% (se obtiene del peso seco de los materiales)
  - Fibra de polipropileno Marca Festerbon, obtenida de un proveedor de materiales para impermeabilización ubicado en el Municipio de Tlaxcala de Xicoténcatl.

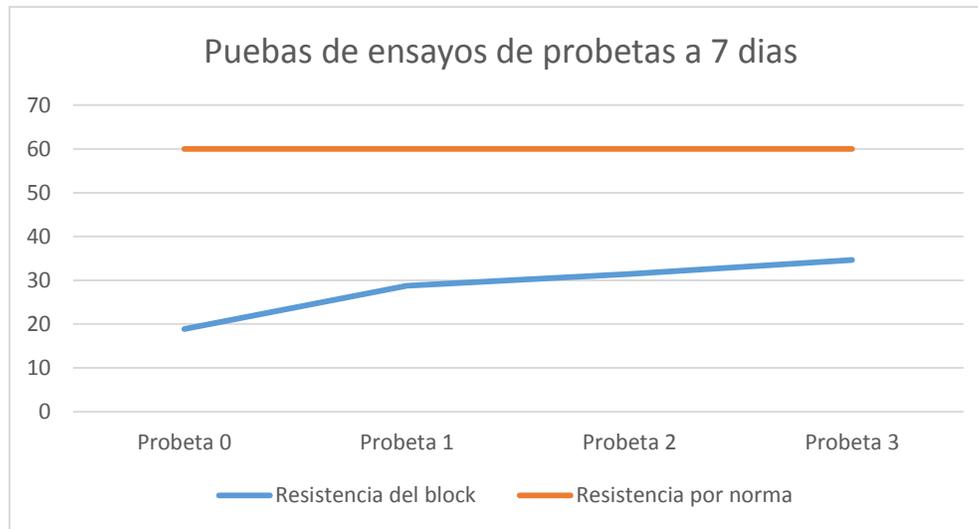
## Resultados

Se comprobó que al implementar la fibra de polipropileno a los componentes del block para su fabricación, son satisfactorios ya que al someter una probeta de 7 días de edad a una prueba de resistencia a la compresión se obtuvo mayor resistencia en comparación a una probeta ensayada sin fibra de polipropileno con las mismas características. Al comparar estos resultados se obtuvo una mejora del 50% conforme a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2004 que indica que la resistencia a la compresión de los blocks, tabiques y tabicones debe ser de 60 kg cm<sup>-2</sup>, ya que el elemento ensayado sin fibra no alcanza ni un 50% de resistencia de lo que establece la norma. Es así que se espera que los blocks con fibra, en cuanto lleguen a 14 días de edad, obtengan un 80% de su resistencia y que a su término de 28 días se obtengan mayores valores de resistencia.

**Tabla 1. Resultados de pruebas de compresión en corazones de especímenes**

Muestra con polipropileno (g)	Esfuerzo (t)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resultados (kg cm <sup>-2</sup> )
0	1540	81.71	18.84
2	2350	81.71	28.76
4	2570	81.71	31.45
6	2830	81.71	34.63

En la siguiente gráfica (gráfica 1), se muestra que la probeta 0 es una muestra de un block normal fabricado en la región. La resistencia medida no pasa ni la mitad de la resistencia requerida por la norma, sin embargo, en las probetas con fibra nos podemos dar cuenta que tienen una resistencia promedio de 31.61 Kg/cm<sup>2</sup>, la cual pasa la media de la resistencia que solicita la norma y tan sólo tienen una edad de 7 días. Se espera que para 14 días el espécimen llegue al 80% de su resistencia máxima.



**Gráfica 1. Comprobación de la norma 404**

## Conclusiones

En conclusión, determinamos que innovar en los materiales utilizados en la construcción, los puede hacer notablemente mejores, ya que gracias a ello se obtiene una mejor resistencia y una mejor calidad en la elaboración de edificaciones de todo tipo.

Una vez obtenidos los resultados, que son satisfactorios, podemos decir que como se va cumpliendo con la norma, las piezas se pueden utilizar en muros de carga, ya que éstos se encuentran sometidos básicamente a esfuerzos de compresión; por tanto, para su construcción se requieren materiales resistentes, macizos, duros capaces de evitar el colapso del muro (Pérez, Alama, V. 2008).

Gracias a ello pudimos determinar que los materiales como la fibra de polipropileno suelen ser mucho mejores, en cuanto a la resistencia y durabilidad y de igual manera que, si estos fueran utilizados ayudaríamos en gran parte al medio ambiente.

## Referencias

García Rivero, J. L. (2008). *Manual Técnico de Construcción*. México: Fernando Porrúa.

Morales Padilla, M. A. (2008). *Evaluación de la resistencia a la compresión de blocks fabricados en región de Perote, Ver., de acuerdo a la norma NMX-C-ONNCCE-2004*. (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Organismo Nacional de Normalización y certificación de la Construcción y la Edificación, S.C. (2004). *Norma Mexicana NMX-C-ONNCCE-2004*.

Recuperado de <http://www.onncce.org.mx/index.php/normalizacion/generalidades-normaliza>. Consultado el 26 de agosto de 2016.

Pérez Alama V. (2008). *Materiales y procedimientos de construcción*. México: Trillas, 2000.

Schmitt H. (1978). *Tratado de construcción 6ª. Edición*. Barcelona: Gustavo Gili.



## Máquina de limpieza de cebada para malta mediante cribas



Autores:

Felipe Alemán Bautista Marco  
Amairanny Lozada Cruz  
Miguel Ángel Fernández Campos  
Carmin Hernández Domínguez

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

12030226@itesa.edu.mx  
chernandez@itesa.edu.mx

### Resumen

Actualmente en el campo agroindustrial, la tecnología ha generado mayores facilidades para el tratamiento y proceso de los diferentes productos agrícolas. Una de las máquinas que presenta esta facilidad es una máquina cribadora, la cual beneficia a mencionado sector para que los productos que se comercializan sean de mejor calidad. En vista de que en el país existen pocas compañías que diseñan y construyen este tipo de máquinas, las empresas buscan máquinas importadas. Por lo cual en el siguiente documento se muestra el diseño y elaboración de una máquina cribadora accesible económicamente en comparación con las comerciales, que además proporciona mejor calidad en el producto y es eficiente en la industria.

**Palabras clave:** Máquina Cribadora, Agroindustria, Altiplano.

## Introducción

En México la cadena agroindustrial cebada-malta-cerveza da sustento a una de las actividades más exitosas en los últimos años esto que se ve reflejado en la economía, dado que aunque la industria cervecera representa solamente el 8% del valor de la rama de alimentos y bebidas, genera casi el 26% de las divisas por la exportación de productos. No obstante el beneficio real para el país tiene a decrecer debido al duopolio de empresas controladas por capital trasnacional a su vez que las políticas de apertura comercial y tratados de libre comercio propician fusiones y adquisiciones en el sector cervecero de las que los productores primarios se ven poco favorecidos. Así, debido a la escases de producto y calidad en el año 2005 se llegó a importar más del 50% del insumo para la producción de cerveza que son cebada maltera y el producto derivado de ella, la malta.

La malta es el grano de la cebada seleccionado que cumple con ciertas propiedades para la elaboración de cerveza así entonces la cebada es un cultivo de importancia económica y social en la zona de los Llanos de Apan y la del Altiplano en México debido a las características que la predominan como son: su ciclo vegetativo es corto, su resistencia a la sequía, a bajas temperaturas y a la salinidad.

Por tal motivo es de suma importancia incrementar la calidad de la malta en cuestión de cumplir con los estándares requeridos como: peso y grosor necesarios. Para su producción e inserción al mercado de tal modo que el implementar un sistema económico de limpiado de los granos de cebada basado en cribas incrementará las capacidades productivas y comerciales de los agricultores propiciando un beneficio económico sobre el Altiplano y con miras a que este beneficio se propague en todo el país.

## Objetivos

### General

Construir una máquina limpiadora de cebada económica, activada con energía eléctrica mediante el ensamble de cribas, harneros, poleas y bandas para la venta de semilla para malta.

### Específicos

- Analizar el problema mediante la comparativa del procesamiento de una maquina cribadora para la separación de semillas.
- Diseñar una máquina mediante el desarrollo de un mecanismo que facilite el proceso de separación de semillas.
- Implementar el mecanismo mediante pruebas realizadas a un negocio local para obtener resultados.
- Evaluar los resultados obtenidos con base en el correcto funcionamiento de la máquina y los estadísticos de producción y venta de semilla para malta.

## Estado del Arte/Grado de Innovación

En la tabla 1 se muestra el estado del arte, donde se muestra que los principales productores de máquinas limpiadoras son extranjeros aunado a que el precio de las máquinas que ofertan se cotizan en monedas de sus países. La mayoría de máquinas son únicamente seleccionadoras y su precio es elevado.

Tabla 2. Estado del arte

PROYECTO	AÑO	DESCRIPCIÓN	AUTORES	Precio MN	País desarrollador
Trieurs	2014	Se caracteriza por poder separar las semillas por peso y/o por tamaño, trabaja introduciendo el cereal mezclado o semilla de distintos tamaños o espesores por la batea de entrada. Posterior a esto la noria de alimentación eleva el cereal hasta el cilindro superior, en donde la semilla de tamaño igual o inferior a los	GOLONDRIN.		

		alveolos quedarán sujetadas en los mismos separándose de las semillas de tamaño mayor, posterior a esto debido a la fuerza centrífuga se separan las semillas que quedaron sujetadas en los alveolos por el peso específico de las mismas; cada cilindro separara el material ingresado en dos medidas distintas.		\$175,000	Argentina
Petkus K 541	2011	Puede ser utilizada para la limpieza y selección de grano y semillas.  La tolva de entrada permite la alimentación de grano a la máquina desde los sacos. El polvo ligero es separado mediante aspiración de aire y conducido a la cámara de expansión para su posterior descarga. Permite un volumen de 200gb en tolva.	Petkus España, S.L	\$96,233.12	Argentina
J2-L	2010	Este sistema tiene la capacidad de desbarbar la semilla en caso necesario (cebada, arroz entre otras) y realizar una limpieza y clasificación del grano a base de cribas vibrantes, aspirando finalmente el polvo. Una vez que la semilla está limpia puede ser tratada con el producto deseado y almacenada en función de las circunstancias de cada instalación y cliente.	Metaga ingeniería y fabricación.	\$159,335.18	Canadá
Grano y Centeno.	2008	La seleccionadora puede ser colocada en los molinos de grano en la sección de limpieza o sobre el b1 o para el repaso del grano partido. Permite la separación de granos enmohecidos, enfermos, carbonados, además de separar algarrobas y otras semillas ajenas	ASM (Advanced Sorting Machines).	\$98,300.14	Unión entre EUA, Canadá, Alemania e Italia.

Así entonces, la construcción de la máquina propuesta en este documento surge a partir de la necesidad de incrementar las ganancias para los productores de cebada en la región del Altiplano de Apan, de manera que se enfocó en la mejora de la calidad de la malta. Para ello se diseñó una máquina para la extracción de la cosecha de un grano con mejores indicadores que satisfagan los estándares de calidad. En la construcción de la maquina se usaron materiales reciclados por lo cual el costo de la construcción fue de \$16,000. Además que el volumen de cebada que puede limpiar es de 400gb en tolva.

## Metodología

Según lo comenta Alexandrov, M. (1996) en el medio rural, los sistemas de limpieza son bastante rudimentarios; por lo general, las impurezas se separan por medio del viento, utilizando cernidores manuales; ocasionalmente equipos más complejos, como máquinas con sistemas de aspiración de aire y juego de mallas o zarandas. En las unidades almacenadoras o en las grandes propiedades agrícolas, donde se requiere limpiar grandes cantidades de granos, se utilizan máquinas de limpieza con sistemas de aspiración de aire y zarandas. Estas máquinas tienen una alta capacidad para una eficiente limpieza, pero su operación es relativamente compleja.

*Sistemas y equipos.* Existen varios sistemas para la limpieza de los granos. Los más utilizados, tanto en pequeñas como en grandes propiedades, son:

- limpieza con viento
- limpieza con zarandas manuales
- limpieza con ventilador
- limpieza con zarandas cilíndricas rotativas
- limpieza con ventilador y zarandas.

Según Genel, M.R. (1998) criba es un utensilio que se usa para limpiar semillas, es también denominado zaranda. Esto está basado por un aro o cuadro de madera o de metal y de un fondo diversamente agujerado de diferentes grosores según el grano que se desee limpiar. Durán (2000) clasifica las cribas en dos tipos: de cilindro o de viento. Las cribas de cilindro se componen de hojas de metal con agujeros circulares a distancias próximas para que filtre la basura y no el grano esto hace que solo salga basura y polvo. En las cribas de viento el grano se deposita en una tolva donde se limpia mediante mallas alámbricas, el aire permite que el grano salga por una inclinación y la basura por las mallas. Mientras que Hall D.W. (2001) describe a la criba industrial como una herramienta que se utiliza para separar materiales por tamaño o espesor mediante aparatos mecánicos complejos, que fundamentalmente presentan partes móviles que con frecuencia no están balanceados. Las cribas industriales, persiguen tres fines

fundamentales: provocar el paso del material fino a través de las aberturas; mantener el flujo constante del material grueso sobre la superficie del cribado e impedir la obstrucción de las aberturas por partículas o pedazos de sobre medida.

Así entonces en la figura 1 se muestran las etapas del desarrollo del proyecto y posteriormente la descripción que comprende cada una de estas. *ETAPA 1. Analizar el procesamiento de una máquina cribadora de semillas:* En esta etapa se analiza el procesamiento de una máquina cribadora de semillas mediante la investigación de procedimientos ya existentes, para determinar los requerimientos con los que debe cumplir. *ETAPA 2. Determinar las condiciones y los parámetros de la máquina:* Se determinaron las condiciones y los parámetros de la máquina con base a las características de la cebada para la malta. *ETAPA 3. Construir y ejecutar un prototipo de la máquina:* Con base en las necesidades fue necesario construir y ejecutar un prototipo para comprobar la efectividad de la construcción de la máquina. *ETAPA 4. Analizar los resultados y realizar mejoras al prototipo:* A partir de la construcción del prototipo se realizaron pruebas para comprobar su funcionalidad, de ello se obtuvieron observaciones acerca del mecanismo para realizar mejoras en la construcción final. *ETAPA 5. Construir la máquina en tamaño real para su posterior implementación:* De acuerdo al desarrollo del prototipo se realizó la construcción de la máquina en tamaño real con las mejoras correspondientes para su implementación en la cosecha de cebada se tomó como caso de estudio un negocio local en la localidad de Xala en el cual se realiza la venta de cebada para malta del año 2015-2016. *ETAPA 6. Realizar la limpieza de la cebada por temporada para el año 2015 (150-180 hectáreas):* Se implementó la maquina en la cosecha del año 2015 (150-180 hectáreas) con un solo operador para toda la temporada. *ETAPA 7. Analizar los resultados obtenidos:* Se compararon y analizaron los resultados obtenidos con los del año anterior (2014).

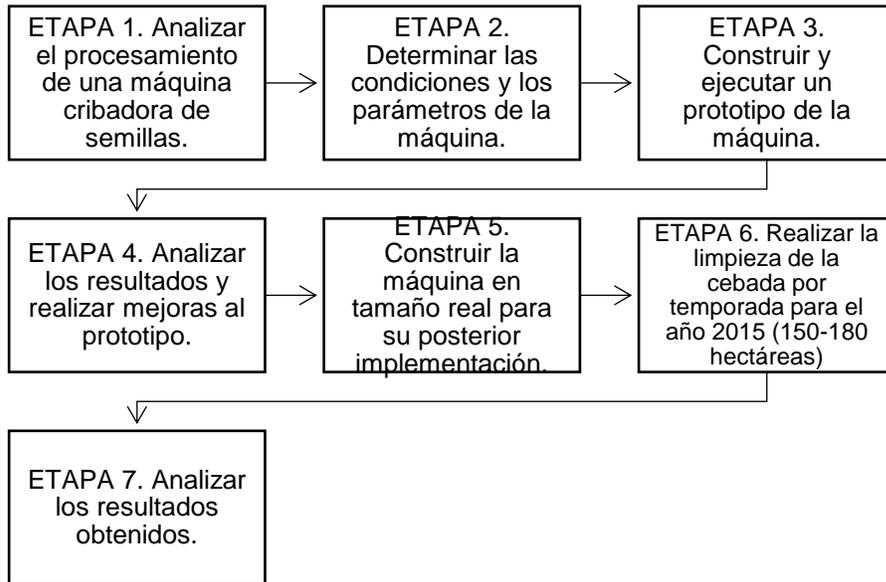


Figura 4. Metodología

## Resultados

Se diseñó y construyó un prototipo de la máquina basada en mecanismos que logran la limpieza de la cebada. En la figura 2 se muestran las partes de la máquina y posteriormente su descripción



Figura 5. Prototipo de Máquina

1.- Primera criba la cual se encargará de extraer las semillas más grandes las cuales provienen de plantas silvestres.

- 2.-Segunda criba encargada de extraer toda la semilla de cebada destinada para malta.
- 3.-Tercera criba encargada de extraer la semilla que se usará para forraje.
- 4.-Polea principal la cual genera el movimiento rectilíneo uniforme de todo el sistema por medio de un tornillo en un extremo el cual al girar y estar conectada al sistema genera el movimiento rectilíneo uniforme.
- 5.-Motor el cual genera que funcione todo el sistema por medio de electricidad.
- 6.-Banda que une al motor con la polea principal.
- 7.- Ejes fijos principales del sistema de cribas.
- 8.- Ejes secundarios con movimiento izquierda-derecha manipulados por la polea principal estos se encargan de mantener las cribas en su lugar y de hacer que el sistema tenga movimiento.

Se realizó la implementación de la máquina real al negocio local (productor mediano), donde se realizó la limpieza de cebada para la temporada 2015-2016.



Figura 6. Máquina limpiadora en tamaño real

En la tabla 2 se muestran los resultados por periodo, en los cuales se observa que un productor mediano de cebada que cosecha aproximadamente entre 150 y 180 hectáreas está ahorrando un total de \$108,539.00 pesos por temporada utilizando la máquina propuesta.

Tabla 2. Resultados

	PERIODO	
	Agosto- Septiembre 2014	Agosto- Septiembre 2015
<b>Precio por tonelada</b>	\$4,300.00	\$4,300.00
<b>Toneladas vendidas</b>	500	500
<b>Impureza descuento en % total</b>	-5%	-1.6%
<b>Bonificación en % total</b>	1.4%	3.06%
<b>Total</b>	\$2,072,600.00	\$2,181,139.00

## Conclusiones

En México no se cuenta con el desarrollo de máquinas cribadoras de cebada, por lo que en la mayoría de los casos es necesario importar máquinas de otros países lograr cubrir la demanda de los empresarios cerveceros. Al implementar en el país en el que existe la necesidad, los beneficios son menos costos de importación y traslado y el costo total de la máquina, de modo tal que el precio de venta sería menor que al tenerla que importar.

Se logró realizar la creación de la máquina en tamaño real con materiales reciclados mediante el prototipo elaborado la cual se probó e implementó en un negocio local en la localidad de Xala, Estado de México. Donde los resultados obtenidos fueron favorables. Se pretende en futuras investigaciones realizar pruebas de calidad al producto obtenido (cebada para malta pasada por el proceso de limpieza) para lograr ofertar la cebada en los estados que comprenden el centro del país y posteriormente expandir el mercado hasta lograr la exportación de la cebada. Así como realizar mejoras a la máquina que permitan limpiar por tonelada para fortalecer la demanda de la temporada.

## Referencias

- ALEXANDROV, M. 1996. Aparatos y Máquinas de Elevación y Transporte. Moscú, Editorial Mir. 450 p.
- GENEL, M.R. 1998. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México, Compañía Editorial Continental. 300 p.
- HALL, D.W. 2001. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales. Roma, Italia, FAO. 400 p.



## Chaac



Autores:

Lira Uribe Oscar  
Dimas Amador Juan Daniel  
Prior García Raúl  
Hernández Mendoza Salvador

Instituto Tecnológico Superior  
del Oriente del Estado  
de Hidalgo

chernandez@itesa.edu.mx

### Resumen

El presente documento describe la propuesta de actividades y procesos realizados para alcanzar el desarrollo de un dispositivo, denominado en lo sucesivo Chaac (*"nombre prehispánico que hace alusión al dios del agua de la cultura tolteca"*) capaz de verificar la cantidad de agua existente en un contenedor de uso doméstico, y reportar a través de una interfaz móvil el comportamiento de este líquido a fin de tener en tiempo real notificaciones que permitan reducir el desperdicio del mismo, sin que represente costos excesivos para el consumidor.

**Palabras clave:** Reducir, solucionar, innovar, medio ambiente, tecnología.

## Introducción

El agua es un recurso natural indispensable para el desarrollo de la vida, por esta razón es importante fomentar una cultura que se preocupe por la preservación de este líquido vital. En ocasiones se toman acciones que nos ayudan a reciclar o reusar agua de maneras ingeniosas, sin embargo en algunas ocasiones los descuidos humanos provocan un desperdicio mayor al ahorro que se presenta con dichas acciones. Por esta razón se decidió crear Chaac, capaz de tomar una simple decisión “¿Se debe encender la bomba hidráulica para llenar el tinaco?”, esta es una decisión que cualquier persona puede tomar, sin embargo las personas no pueden estar presentes todo el tiempo para evaluar este tipo de cuestiones.

En las viviendas con bombas hidráulicas, los dueños no tienen forma de saber el en qué nivel se encuentran sus contenedores y por ende no saben cuánto tiempo deben dejar encendido el aparato que suministra a dichos contenedores, ocasionando que se llene hasta desbordar. El hecho de dejar que haya un desperdicio repercute en muchos aspectos, por ejemplo el costo de los recibos de agua, los daños que la humedad causa en las casas y por supuesto el impacto al medio ambiente que esto conlleva.

## Objetivos

### General

Desarrollar un dispositivo capaz de verificar la cantidad de agua existente en un contenedor de uso doméstico, teniendo como base de creación; microcontroladores y open hardware, permitiéndonos ofrecer una solución económica e innovadora logrando repercusiones de gran impacto en el medio ambiente y en la economía familiar.

### Específicos

- Evitar desbordamiento del agua en contenedores de uso doméstico causado por distintos factores mediante la aplicación de microcontroladores y/o hardware libre como: arduino y controles de interface periféricos (PIC).
- Tener la capacidad de administrar cuánto líquido hay en un contenedor mediante una interfaz gráfica controlada desde un móvil.
- Obtener un producto final caracterizado por su fácil adquisición y manipulación.

- Buscar materiales de calidad que no se exceda en precio, asegurando así reducir costos.
- Aportar un ahorro en la economía familiar evitando el pago de cuotas excesivas.

## Estado del Arte/Grado de Innovación

En términos generales, “Chaac” no es único en su clase ya que en la actualidad existe un número significativo de productos que pueden llevar a cabo las mismas actividades que éste promete en su nivel actual de desarrollo. A continuación se presentan tres grupos de productos con los que se comparten características:

### Sistemas Convencionales

Los sistemas convencionales o comunes entendidos como objetos poco originales y que atiende a las normas mayormente observadas (RAE, 2016), están desarrollados con base en la electrónica digital, son de fácil acceso e instalación, tienen un sistema de funcionamiento simple, no son muy costosos y además de que existe una gran variedad de marcas y modelos.

### Sistemas y Marcas con patente

Monitor de nivel, es un producto que ya cuentan con una patente registrada para un sistema parecido a “Chaac”, el cual ya es comercializado y distribuido dentro de los Estados Unidos y América Latina con diferentes modelos disponibles. Es de aspecto arcaico y depende 100% de la energía eléctrica proporcionada por el hogar donde sea instalado.

### Sistemas con solicitud de patente pendiente

De acuerdo con el Catálogo de Patentes de Invención Solicitada, existe una solicitud de patente para el proyecto llamado “*Sensor Ultrasónico Mejorado De Nivel De Presas De*

*Lodo*” desarrollado por estudiantes del Instituto Mexicano del Petróleo, el cual está diseñado para realizar la medición del nivel del lodo en una forma continua y no invasiva, evitando el contacto con el lodo. (UNAM, 2009).

## **Grado de innovación**

Después de analizar las características de los productos que existen actualmente en el mercado, podemos definir cuáles son las características innovadoras que “Chaac” posee en su nivel actual de desarrollo, las cuales serán descritas a continuación:

1. La tecnología que lo componen es de vanguardia.
2. Interface gráfica intuitiva para dispositivo móvil que permite reconocer el nivel actual de agua en los contenedores, además de poder dar a conocer que acción está llevando a cabo la bomba.
3. Capacidad de creación de reportes de estado, generados y guardados cada que el usuario lo requiera.

## **Ventajas**

1. Tecnologías de desarrollo.
2. Respuesta a problemas y fallos con mayor rapidez y eficacia.
3. Interfaz y experiencia de usuario más atractivas.
4. Recaudación de información que permite optimizar su funcionamiento, así mismo la corrección y prevención de errores, además de la capacidad de programar eventos a partir de dichos datos.

## **Metodología**

### **Investigación preliminar**

Una gran parte de la población demografía cuenta con bombas de agua manuales, las cuales no poseen la capacidad de apagarse automáticamente. Una bomba convencional

tiene la capacidad de administrar 75 litros por minuto a una altura máxima de cuatro metros, basado en este hecho por cada hora que se desperdicie líquido hay una pérdida de 4 500 litros de agua. El índice de frecuencia que tiene este problema es muy alto, y se presenta al menos una vez cada semana en todas las viviendas que cuentan con una bomba hidráulica, teniendo un promedio de dos minutos de desborde.

En Hidalgo existen 756 798 viviendas de las cuales 473 755 (INEGI, 2015) cuenta con agua potable, y de este número 298 465 cuenta con bombas hidráulicas teniendo en cuenta el dato presentado anteriormente de dos minutos de desbordamiento por semana el gasto de agua es igual a 596 930 litros de agua aproximado, esto solo en Hidalgo.

## **Definición de los requerimientos del sistema**

En esta fase se pensó en todos los clientes potenciales y en las necesidades que presentan, por esta razón se desarrollaron dos ideas, las cuales están orientadas a los usuarios con bombas de agua, los cuales necesitan saber la cantidad de agua que tienen en sus tinacos y la administración. Por otra parte existen aquellos consumidores quienes solo están interesados por saber el nivel de líquido. Por último se ideó la forma en que el dispositivo se conectará a las bombas hidráulicas y tuviera la libertad de apagar o encenderlas, sin necesidad de modificarlas.

## **Diseño y construcción**

En esta etapa se hace el bosquejo de las interfaces gráficas y el diagrama de circuitería del prototipo incluyendo los elementos que se definieron en la etapa anterior. Se modelaron, programaron y probaron las interfaces provistas en el diseño. Además de la construcción física del prototipo de dispositivo, el cual también se programó y probó en ambientes controlados con situaciones simuladas, para la revisión de su eficacia.

## Evaluación

El proyecto fue presentado ante profesores, alumnos y público en general en concursos de tecnología, los cuales dieron su punto de vista acerca del funcionamiento, la factibilidad y el uso que le darían.

## Modificación

Al obtener la opinión de las personas la cuales interactuaron con el prototipo, al verlo en funcionamiento, se planearon los cambios que se desean implementar al siguiente prototipo. Es importante mencionar que ésta y la etapa anterior representan un bucle al proyecto el cual no terminará hasta que la satisfacción de los clientes sea aprobatoria para los objetivos que tiene *Chaac*.

## Término

Una vez que se alcance un prototipo estable, el cual cumpla con los requisitos de los clientes y los objetivos previstos, se implementará al arquetipo una estética con el fin de hacerlo atractivo a la vista de los usuarios, además de la adecuación para la producción en serie y el uso de materiales de alta calidad para extender la vida útil del dispositivo.

## Resultados

Se presentó un prototipo, el cual cumplió con la administración autónoma de agua a tinacos de casa habitación, además de ser compatible con bombas de agua de cualquier potencia o marca. Los precios del prototipo son bajos, aunque no lo suficiente para poderse comercializar, por otra parte se tiene en cuenta que cuando se llegue a un producto final, los precios van a disminuir ya que el coste de los componentes por mayoreo se reducen significativamente. Es pertinente decir que hasta ahora no se ha alcanzado un arquetipo estable que cumpla con las expectativas deseadas, por lo tanto el proyecto sigue en vías de desarrollo como ya se mencionó, por lo cual aún no se ha iniciado la producción masiva del dispositivo para su venta y distribución. A pesar de

que el prototipo actual es fácil de manipular y su instalación no es complicada, se sabe que todavía hay mucho que mejorar en la cuestión intuitiva.

## Conclusiones

Después de haber realizado las actividades necesarias para la concepción del proyecto, de analizar toda la información recopilada en las distintas fases de la metodología, de realizar pruebas y modificaciones pertinentes se puede concluir que;

- Se consiguió controlar el flujo de agua y llenado del contenedor mediante la correcta aplicación y programación de un microcontrolador, evitando el desbordamiento del mismo.
- Se logró mostrar la descripción de la situación proveniente del dispositivo mediante una interfaz para móvil, así como también la generación y guardado de los reportes desde la misma.
- Si bien es cierto, los objetivos no se alcanzaron del todo, se cuenta actualmente con un prototipo funcional, lo que permitirá la evolución y depuración del proyecto, para poder alcanzar los objetivos más fácil y rápido, aún queda mucho camino por recorrer para llegar a visualizar a Chaac como un dispositivo final, cumpliendo íntegramente con su propósito.



## Referencias

- RAE. (1 de Enero de 2016). Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=Afhp8MG>
- Rhombus, S. (2013). SJERhombus. Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de SJERhombus: <http://www.sjerhombus.com/>
- UNAM. (2009). Catálogo de Patentes de Invención Solicitada. Ciudad de México, México, México: UNAM. Recuperado el 21 de 09 de 2016, de [http://dgei.unam.mx/patentes/catalogo\\_general.pdf](http://dgei.unam.mx/patentes/catalogo_general.pdf)
- EcuRed. (20 de Septiembre de 2016). EcuRed Conocimiento con todos y para todos. Obtenido de EcuRed: [https://www.ecured.cu/Modelo\\_de\\_Prototipos](https://www.ecured.cu/Modelo_de_Prototipos)
- INEGI. (2015). Viviendas hidalgo el 23 de septiembre 2016. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/poblacion/vivienda.aspx?tema=me&e=13>

# Medicina y ciencias de la salud



## “Saving the heart” (Salvando el corazón)



Autores:

Eustaquio Javier Hernández  
Ramírez

Elías Pujol Rodríguez

María Issamar Gómez Monroy



Universidad Tecnológica de  
Tulancingo

[Jaivo45@gmail.com](mailto:Jaivo45@gmail.com)

[Eliaspr41@gmail.com](mailto:Eliaspr41@gmail.com)

[lszza45@gmail.com](mailto:lszza45@gmail.com)

### Resumen

Las enfermedades cardiovasculares representan un problema según estadísticas de la OMS que afecta al 31 % (OMS, 2015) de la población por lo cual es necesario facilitar una tecnología que permita atender enfermedades relacionadas con la frecuencia cardiaca tales como arritmia, taquicardia o bradicardia, por medio de este proyecto se podrá hacer una revisión adecuada de su ritmo cardiaco en tiempo real obteniendo como resultado la visualización del latido del corazón en vivo mediante un LED además de poder identificar las pulsaciones por minuto de una persona representadas en forma analógica, esto para poder almacenar los resultados obtenidos en un algoritmo y así para poder interpretar dichas mediciones.

**Palabras clave:** Sensor, arritmia, monitorear, tiempo real, analógica

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte a nivel mundial por ejemplo según estadísticas de la OMS dice que afecta al 31 % de la población (OMS, 2015) generando así un problema de salud pública. El propósito de este proyecto será determinar y monitorear mediante open hardware al igual que permitirá realizar un diagnóstico temprano para ver si una persona es propensa a sufrir un infarto o arritmia, a la vez que también se contará con un sistema que permitirá monitorear en vivo el pulso cardiaco. Este prototipo está destinado para personas con problemas cardiovasculares que puedan tener riesgo de sufrir alguna de las enfermedades ya mencionadas al igual que para cualquier persona que desee realizarse un diagnóstico con ayuda de este prototipo.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Indagar acerca de los factores de riesgo que más influyen en el desarrollo de la arritmia.
- Desarrollar un prototipo que sea capaz de monitorear el pulso cardiaco.
- Crear un algoritmo que permita administrar los monitoreos y así poder determinar si es necesario un seguimiento más profundo.

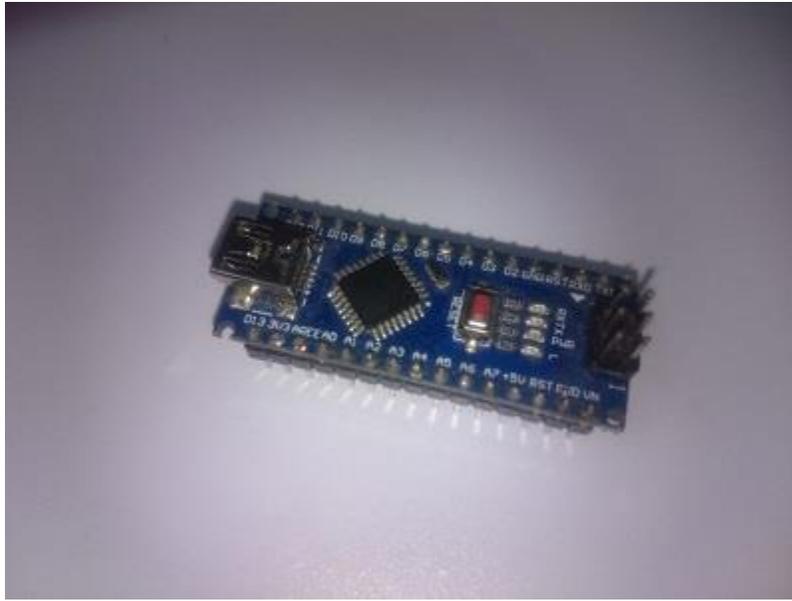
## GRADO DE INNOVACIÓN

En este proyecto el grado de innovación es tecnológico, ya que dará como resultado una tecnología alternativa la cual permitirá monitorear las señales cardiacas de una persona y ver si será propensa a sufrir de una arritmia o de un infarto. Esto dará resultado a una nueva forma de poder realizarse un monitoreo desde su hogar ya que existen equipos que normalmente son muy costosos y no están al alcance de cualquier persona.

## METODOLOGÍA ORIENTADA A PROTOTIPOS

La metodología utilizada en este proyecto fue la de metodología orientada a prototipos, la cual consta de 5 etapas. Las cuales son Investigación preliminar, Análisis y especificación, Diseño y construcción, Evaluación y Modificación. La primera etapa consistió en una investigación preliminar en la cual se definió el problema a tratar y

principal causa de enfermedades respecto al ritmo cardiaco. Que normalmente se conoce como arritmia cardiaca a cualquier alteración del ritmo cardiaco que se produce, ya sea por algún cambio de sus características (ritmos distintos como elevados o muy bajos) o por variaciones inadecuadas de la frecuencia (Balaguer, 2014). Aunque los valores normales de la frecuencia cardiaca se encuentran entre los 60 y los 100 latidos por minuto), puede ser normal hallar cifras por debajo o por encima de estos en función de las características del individuo o la situación en la que se encuentra, en condiciones normales el latido del corazón no es percibido. Algunas arritmias ventriculares causan pocos o ningún síntoma diagnóstico y tienen un efecto mínimo en la eficacia del bombeo del corazón especialmente cuando duran poco tiempo. Sin embargo, muchos adultos sanos sufrirán arritmias cortas de vez en cuando, las arritmias que duran minutos, o incluso horas, pueden tener consecuencias muy serias, como reducir la cantidad de sangre que el corazón bombea al resto del cuerpo por lo cual el monitoreo es muy importante. Otra enfermedad muy conocida es el infarto al miocardio o como se le conoce comúnmente como infarto es una entidad generada por una obstrucción total de las arterias coronarias que irrigan el musculo cardiaco, trayendo como consecuencia la necrosis del miocito. Esta es una patología que a medida que transcurren los años su incidencia va aumentando, y con ello la mortalidad. La segunda etapa la cual es Análisis y especificación en el cual se realizó un diseño básico del prototipo para poder brindar un monitoreo en cualquier momento sin la necesidad de comprar herramientas altamente costosas. La tercera etapa la cual fue el diseño, en la que se realizó la construcción del prototipo inicial el cual fue llevado a cabo mediante arduino nano (figura 1), con sensor cardiaco (figura 2) y una tabla protoboard dando como resultado el prototipo inicial (figura 3).

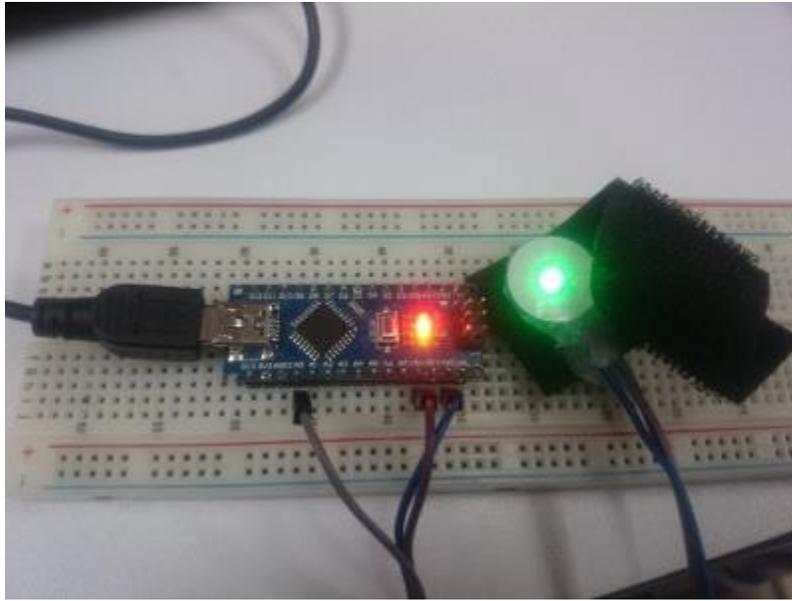


**Figura 1 Tarjeta Arduino nano para el desarrollo del prototipo**



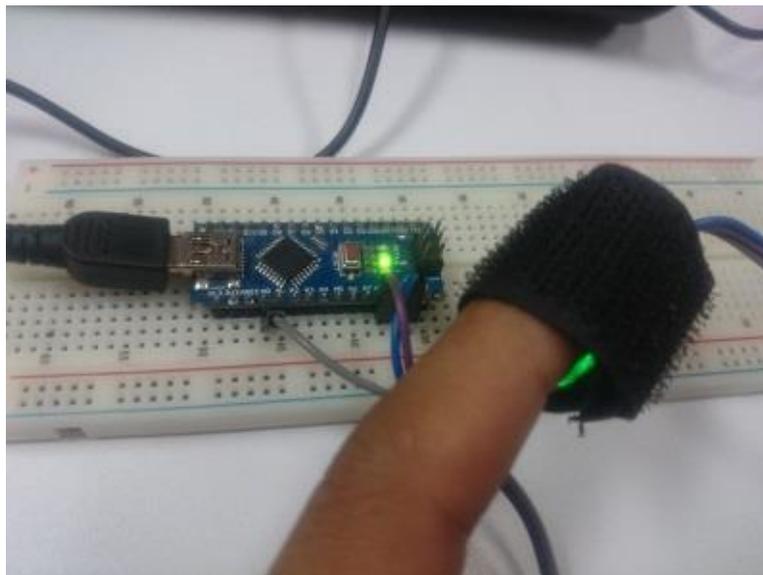
**Figura 2 En esta se muestra el material utilizado como sensor cardiaco óptico**



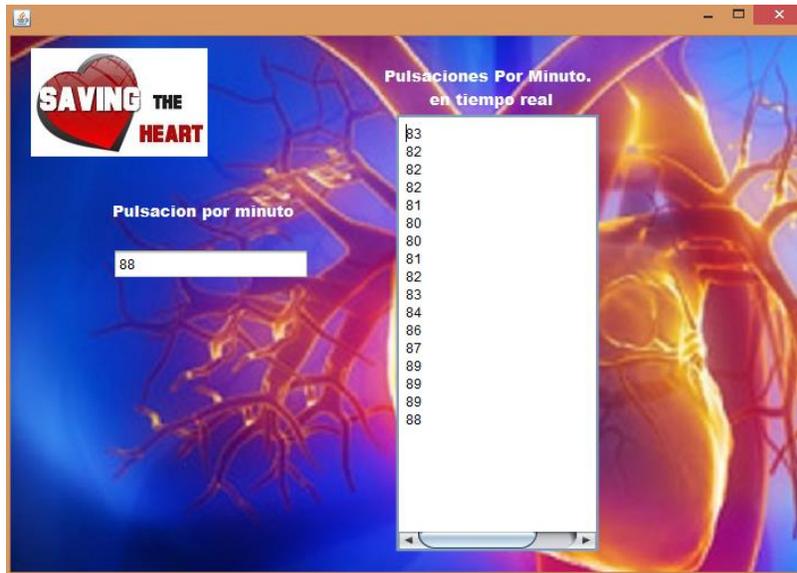


**Figura 3** En esta se muestra el material el prototipo inicial ya completo

La cuarta etapa es la Evaluación en la cual se realiza la verificación y los requerimientos que se necesitan en este proyecto como valores de frecuencia cardiaca en tiempo real de forma analógica (figura 4) y (figura 5) teniendo en cuenta que se realizaron pruebas con una enfermera presente y se realizó el método convencional (figura 6) obteniendo como resultado, que hay una variación de parte del prototipo por dos latidos menos por minuto, comparando con la toma de signos utilizando únicamente reloj con segundo, dedos índice y medio. Lo cual no es problema alguno mientras se encuentre dentro del rango de los valores normales de la frecuencia cardiaca.



**Figura 4** tomando valores de frecuencia cardiaca con sensor



**Figura 5**

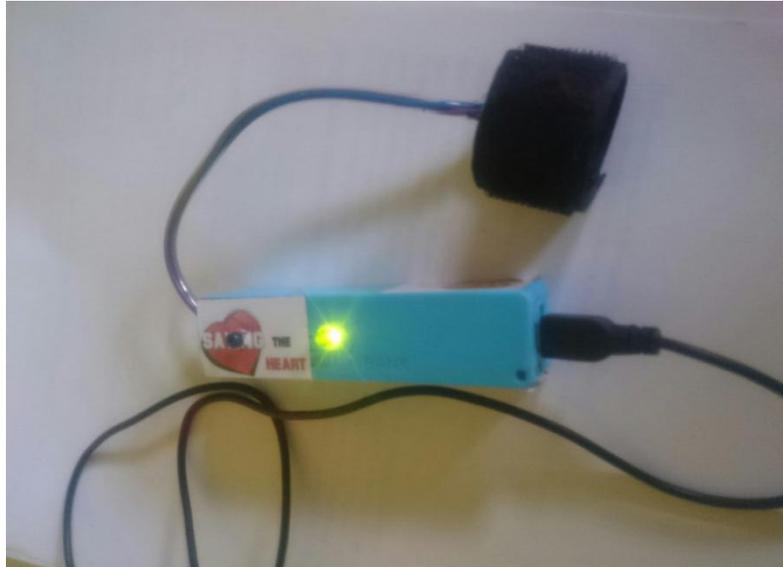
En esta se pueden visualizar los valores de manera analógica en tiempo real



**Figura 6**

Tomando valores de frecuencia cardiaca de la manera convencional

La última etapa de modificación se realizará posteriormente tomando en cuenta elementos que se necesiten después y que serán agregados, aparte de esto se realizará el diseño técnico, en el cual se hará un diseño detallado, el Rediseño del prototipo y la documentación para programación y mantenimiento, la programación y prueba obteniendo como resultado prototipo final (figura 7).



**Figura 7**

**Este es el prototipo en su versión final**

## **RESULTADOS**

Se pudo observar que el rendimiento de este prototipo fue aceptable ya que nos ayudó a calcular con precisión y rapidez el ritmo cardiaco en las personas que fueron voluntarios a probar nuestro prototipo y estas personas manifestaron aceptación de este proyecto. A pesar de esto también se encontraron algunas variaciones en la toma del pulso cardiaco con algunas personas, por el grosor de su dedo índice e identificamos que hay algunas limitaciones de lectura del ritmo cardiaco en ellas debido a que los materiales utilizados en este prototipo son económicos y se requiere tener materiales de alta calidad para el óptimo funcionamiento del prototipo. Por otra parte es importante recalcar que el

prototipo es preciso en la toma de mediciones. Así mismo actualmente ya existen equipos o dispositivos que solo monitorean la frecuencia cardiaca y no dan un seguimiento con soporte para el usuario, por lo cual este prototipo brindará ese mismo servicio y añadiendo que todo quedará registrado y se podrá dar seguimiento a través del algoritmo que brindaremos (página web y aplicación) donde se podrá administrar y almacenar los datos de cada usuario.

Edades	Normal	Prototipo
	pulsaciones por minuto con reloj segundero	pulsaciones
23 años	88	88
22 años	85	84
18 años	85	85
25 años	87	87
18 años	83	82
17 años	85	85
20 años	77	78
23 años	83	83
22 años	79	79

**Tabla 3**

**En esta tabla se pueden observar de manera comparativa los valores obtenidos mediante forma habitual y prototipo**

## CONCLUSIÓN

Se llegó a la conclusión de que el dispositivo posee muchas ventajas frente a los dispositivos tradicionales que se utilizan para monitorear la frecuencia cardiaca, tales como costos, así como una mayor portabilidad y rendimientos en general. Está diseñado para representar de forma analógica los latidos del corazón por minuto y esto ayudará a visualizar en tiempo real la frecuencia cardiaca. Posteriormente este proyecto va a tener utilidad para llevar un seguimiento más profundo del estado cardiaco para nuestros usuarios.

## REFERENCIAS

OMS (2016) OMS “estadísticas de la OMS que afecta al 31 %” Enfermedades cardiovasculares.Who.int

Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Burke & Walsh (1997) Enfermería gerontológica. Madrid España: ELSEVIER MOSBY

Dr. Ceceña- Eng. Luis (2000) guía práctica para el cardiólogo. México: DF ARMSTRONG.

Cervantes Eduardo (1996) Primeros auxilios: la oportunidad para salvar una vida. México: TRILLAS

García Barreto David (1996) Hipertensión arterial. México: SEP.

Jamieso, Elizabeth M. Whithe, Lesley A. McCall Janice M. (2008) Procedimientos de enfermería clínica. Barcelona, España: ELSEVIER.

