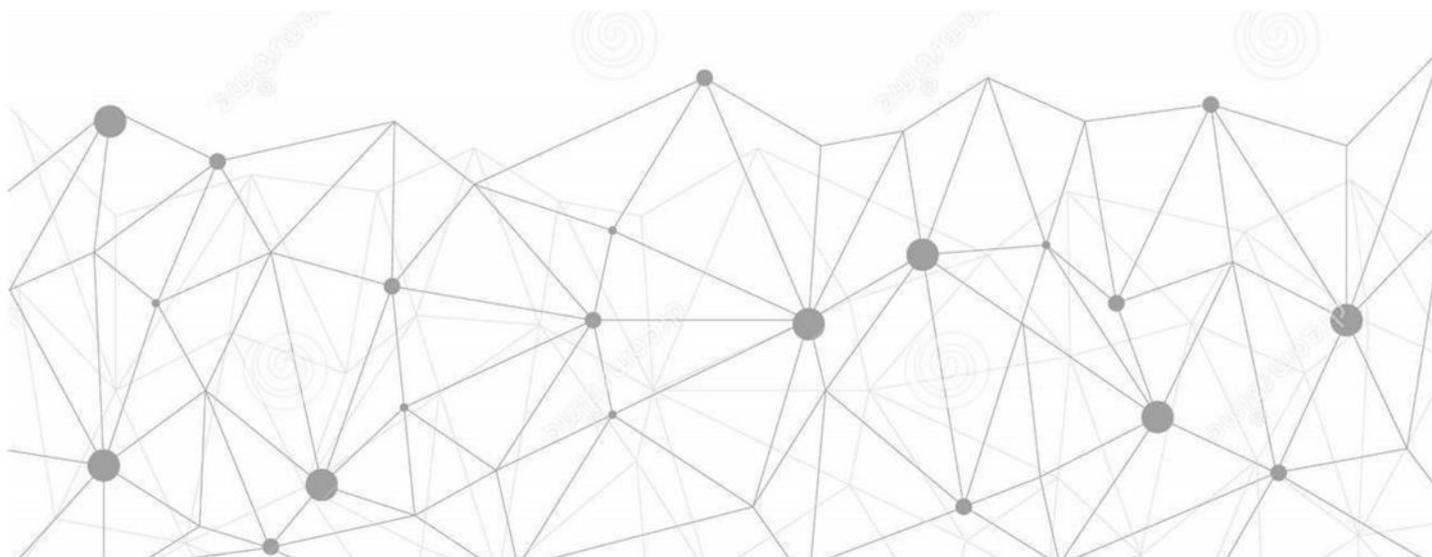


REVISTA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Año 2016, Volumen 1

ISSN electrónico: 2448-7198





MESA DIRECTIVA

Presidenta Ejecutiva

Mtra. Alicia Asunción Grande Olguín

Presidente del Comité Editorial

Ing. José Concepción Domínguez López

Editores

Dra. Josefina Porras Saavedra

M. en C. Nalleli Concepción Pérez Pérez

Editor Técnico y en Internet

Lic. Eunice Santiago Manzano

Lic. Oscar Jiménez Aguilar

CINTILLO LEGAL REVISTA

Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable, año 1, No. 1, agosto-diciembre 2016, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo No. 2000, Carretera Mixquiahuala Tula Km. 2.5, Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, C.P. 42700, Tel (738)7354000, www.itsoeh.edu.mx, itsoeh@itsoeh.edu.mx Editor responsable: Mtra. Alicia Grande Olgún, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-072712222000-203, ISSN: 2448-7198, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor, Responsable de la última actualización de este Número, División de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones Lic. Oscar Jiménez Aguilar, Fecha de la última modificación 14 de Septiembre 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo.

La Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable (Uso Exclusivo No. 04-2016-072712222000-203, ISSN 2448-7198,) publica artículos de investigación originales, con el fin de promover la rápida divulgación de investigaciones significantes en las varias disciplinas de la Ingeniería. Conforme a las siguientes áreas temáticas: Arquitectura y Urbanismo, Tendencias y Tecnologías en la Ingeniería Electromecánica, Actualidad y Tendencias en la Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria, Las TIC's y Sistemas Computacionales, Tecnologías y Herramientas para la Manufactura Industrial y Tendencias de la Gestión Empresarial.

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Isabel Mendoza Saldívar

Instituto Tecnológico Superior del
Oriente del Estado de Hidalgo

**Mtro. Rogelio Neria
Hernández**

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

**Dra. Luz del Carmen Jimarez
Caro**

Benemérita Universidad Autónoma
de Puebla

Dr. César Raúl Pérez Marcial

El Colegio del Estado de Hidalgo

**Mtra. Elizabeth Barrera
Rodriguez**

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

Mtro. Yoan Beltrán

Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo

**Dr. Jesús Marcelo Ramírez
Arias**

Marsus Crecer

Mtra. Gema Morales Olan

Instituto Tecnológico Superior de
Tepexi de Rodríguez

**Dr. Sergio Octavio Valle
Mijangos**

Universidad de las Américas Puebla

Dr. Carlos Sánchez López

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Dr. Alejandro Meza de Luna

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Mtro. Edgar Estrada Cruz

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

**Dra. Miriam Fabiola Fabela
Morón**

Centro de Investigación y Asistencia en
Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco ,
Unidad Sureste

Dra. Ana Nallely Cerón Ortiz

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

Dr. José Luis Blasco Cabal

Consejo Rector de Pachuca Ciudad del
Conocimiento y la Cultura

Mtro. Pedro Jhoan Salazar Pérez

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

Dr. Edgar Iván Roldán Cruz

El Colegio del Estado de Hidalgo

Dra. Eva García Armenta

Universidad Autónoma de Sinaloa

Dr. Victor Moo Huchin

Instituto Tecnológico Superior de
Calkiní en el Estado de Campeche

**Dra. Olivia Graciela Fragoso
Díaz**

Centro Nacional de Investigación y
Desarrollo Tecnológico

**Dra. María del Rosario
Romero López**

Instituto Tecnológico Superior del
Oriente del Estado de Hidalgo

Dr. Eric Simancas Acevedo

Universidad Politécnica de Pachuca

Dr. Néstor Velasco Bermeo

University of Central Florida

Mtra. Beatriz Adriana

Sabino

Universidad de la Cañada

Mtra. Perla Ivet Jarillo Nieto

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

**Mtra. Claudia Aurora Soto
Rodríguez**

Instituto Tecnológico Superior del
Occidente del Estado de Hidalgo

**Mtro. José A. Márquez
Domínguez**

Universidad de la Cañada

INDICE

Arquitectura y urbanismo

La ciudad latinoamericana. Producción del espacio y valor de uso 1
Pérez-Herrera, L., Nería-Hernández, R.

El imaginario, la memoria y los significados, en la valoración y conservación del patrimonio arquitectónico 7
Olivares-Silva T., Rodríguez-Ruiz J.

Tendencias y Tecnologías en la Ingeniería Electromecánica

Sistema de control inteligente de sombras para el confort lumínico en oficinas de edificios públicos 16
Reyes-Alonso G., Melchor-Chávez, P., Falcón-Gálvez, M.

Actualidad y Tendencias en la Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria

Efecto antiinflamatorio de aguamiel (*Agave atrovirens*) en un modelo de úlcera gástrica inducida 24
Romero-López, M. R., Mora-Escobedo, R., Flores-Morales, A.

Influencia de la incorporación de brócoli (*Brassica oleracea* L) en la textura y absorción de agua de tostadas de maíz azul (*Zea mays* L) 28
Porras-Saavedra, J., Díaz-Pérez, D. L., Pérez-Pérez, N. C.

Relación de adsorción de sodio en los suelos agrícolas del Valle del Mezquital regados con aguas residuales 33
Mendoza-Saldívar, I., Ortega-Escobar, H. M., Romero-López, M. R.

Cultivo de *Bacillus subtilis* cepa qst 713 en reactor tipo airlift y su actividad antagónica contra *Phytophthora capsici* 38
De la Cruz-De la Cruz, E., Méndez-Luna, D., Valera-Montero, L. L.

Evaluación de tres métodos de separación en la conglomeración de la biomasa algal de *Chlamydomonas* sp. 43
Cerón-Ortiz, A. N., Bomaye-Andrade, E., Gutiérrez-Camacho, V. S., Limón-Mendoza, M. A., Ángeles-Monroy, M. A.

Microencapsulación de oleorresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (O/W) mediante secado por aspersión 48
Fabela-Morón, M. F., Perea-Flores, M. J., Bellettini, M. B.

Impacto de la concentración de edulcorante en la aceptación de una bebida con berenjena (*Solanum melongena* L.) 53
Montufar-Serrano, E., León-Corona J., Zúñiga-Olguín, J., Quintero-Ocáriz, A., Solano-Becerra, J. D.

Tecnologías y Herramientas para la Manufactura Industrial

Metodología 9s'S en Grupo Spring 58
Islas-León, J., Castellanos-López, L. Y., Sarabia-Lugo, E., Cano-Viveros, Z.

Las TIC's y Sistemas Computacionales

Análisis de requerimientos de una aplicación móvil para personas con diabetes 64
Jarillo-Nieto, P. I., Pérez-Pérez, N. C., Godínez-Jarillo, A. M., Porras-Saavedra, J.

Implementación del protocolo zigbee en prototipo para el control de acceso 72
Roque-Ortiz, J., Soto-Ortiz, S., Salazar-Pérez, P., Gaspar-Morales, Y. E., Hernández-Omaña, T.

Aplicaciones móviles para enfermedades cutáneas; análisis y discusión 76
Godínez-Jarillo, A. M., Jarillo-Nieto, P. I., Rendón-Mendoza, L. de J., Cruz-Calva, L. Y.



LA CIUDAD LATINOAMERICANA. PRODUCCIÓN DEL ESPACIO Y VALOR DE USO

Pérez-Herrera, L.^a *, Neria-Hernández, R.^a

^a División de Arquitectura. Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. México. CP. 42700. lurapehe@gmail.com

Recibido 6 de febrero 2016; aceptado 30 de agosto 2016

Palabras clave:
Latinoamérica,
urbanismo, ciudad

RESUMEN. Este texto es una exploración inicial sobre las cuestiones que atañen a la producción de un sistema latinoamericano de ciudades desde una óptica del capitalismo mundial. A partir de un acercamiento teórico que permite unificar a las ciudades de nuestra región dentro de una tendencia general en la que el fenómeno urbano se expresa. Y que se inicia con la invasión europea sobre los territorios americanos en el siglo XVI y que continúa en los siglos posteriores. Identificando a la fundación de ciudades como la estrategia espacial más importante de este proceso. El cual se consolida con el desarrollo de núcleos urbanos particulares que funcionalmente se complementan entre sí, dentro de una dinámica de explotación colonial de los recursos y la población de estos territorios, dirigida por las metrópolis europeas de la época. Esta lógica de funcionalización y su consecuente jerarquización se va desarrollando como un sistema que funciona de forma adecuada para las necesidades de acumulación de riqueza para la Europa capitalista que comenzaba a solidificarse. La estructura de este sistema cambia muy poco durante los siguientes siglos de manera sustancial sigue observándose hasta la actualidad la relación entre puertos, centros administrativos y demás tipo de núcleos urbanos. Esta forma general de existencia de las ciudades se hace concreta y particular mediante la construcción material de estos espacios a través de la concreción de un campo instrumental compuesto por una serie de objetos técnicos, que a través de una propuesta política se articulan entre sí para otorgarle la forma propia de cada ciudad. Esta forma a pesar de ser específica y particular no puede mirarse como una forma autónoma sobre la cual cada ciudad tiene potestad de determina, sino que es el resultado de la tensión histórico-espacial entre la ciudad como ente particular y su dinámica de inserción dentro del mercado mundial.

Key words:
Latin America,
town planning, city

ABSTRACT. This text is an initial exploration on the issues that concern the production of a Latin American system of cities from the perspective of world capitalism. Starting from a theoretical approach that allows to unify the cities of our region within a general trend in which the urban phenomenon is expressed. And that begins with the European invasion on the American territories in the sixteenth century and that continues in the later centuries. Identifying the foundation of cities as the most important space strategy of this process. This is consolidated with the development of particular urban centers that functionally complement each other, within a dynamic of colonial exploitation of the resources and population of these territories, led by the European metropolis of the time. This logic of functionalisation and hierarchization developed as a system that works adequately for the needs of accumulation of wealth for the capitalist Europe that began to solidify. The structure of this system changes very little during the following centuries in a substantial way the relationship between ports, administrative centers and other types of urban centers continues to be observed until now. This general form of existence of the cities becomes concrete and particular through the material construction of these spaces through the concretion of an instrumental field composed of a series of technical objects, which through a political proposal are articulated with each other to grant it The shape of each city. This form, in spite of being specific and particular, can not be seen as an autonomous form on which each city has the power to determine, but is the result of the historical-spatial tenure between the city as a particular entity and its dynamics of insertion within World Market.

INTRODUCCIÓN

Si la afirmación de que el espacio de una ciudad no puede ser separado de otro espacio más vasto aún, el espacio de los intercambios

mercantiles, el cual en última instancia le da sentido al propio espacio de la ciudad, es cierta, entonces cabe preguntarse ¿Cuál es aquél





espacio más vasto que le da sentido a la ciudad latinoamericana como espacio en sí?

Lefebvre al hablar de Venecia dice que el espacio de los intercambios mercantiles fundamentalmente mediterráneos no puede ser separado en el análisis de la fundación de la ciudad. De tal manera que, el espacio que le da sentido a la ciudad latinoamericana es el espacio del mercado mundial.

El espacio del mercado mundial es un proceso de consolidación que comienza con el propio desarrollo del capitalismo comercial en la Europa de los siglos XV y XVI que plantea a la naciente sociedad burguesa una serie de nuevas necesidades de carácter espacial, que se condensan en la expansión de los límites geográficos del mundo burgués a escala planetaria. Esta expansión del capitalismo comercial a escala planetaria tiene su punto de arranque con la invasión europea a América durante el siglo XVI. Una Europa que era espacialmente rebasada por la creciente dimensión de sus propios procesos económico-comerciales, se lanza allende los mares en busca de los espacios que le permitieran la necesaria expansión de estos procesos en miras a la consolidación del modo de producción capitalista como el hegemónico de la modernidad mediante el ejercicio de la dominación militar, religiosa, política, espacial y económica.

TEORÍA

Es por ello que enfocar el análisis en uno de los objetivos más importantes de la invasión europea a América, fue la creación, consolidación y profundización de una articulación (o desarticulación) espacial que sirviera como punto de partida en la integración del nuevo mundo en la dinámica económica capitalista a partir del establecimiento de este sistema de ciudades en el territorio americano. El proyecto espacial de este sistema de ciudades, tuvo como finalidad funcional que cada ciudad fuese un instrumento de control del

territorio, la población y el trabajo para la expansión del capitalismo en toda la región. Estas funciones se expresan de manera diferenciada en los distintos momentos y espacios de esta expansión; dominación territorial, aculturamiento, sometimiento social, homogeneización, jerarquización racial, etcétera.

“La red de ciudades debía crear una América hispánica, europea, católica; pero, sobre todo, un imperio colonial en el sentido estricto del vocablo, esto es, un mundo dependiente, sin expresión propia, periferia del mundo metropolitano al que debía reflejar y seguir en todas sus acciones y reacciones. Para que constituyera un imperio –un imperio entendido a la manera hispánica- era imprescindible que fuera homogéneo, más aún, monolítico.”¹

La ciudades coloniales fueron el espacio desde el cual se dirigió el proceso, el fundamento de su existencia se basaba en las necesidades ya mencionadas, pero cada una dependiendo de su funcionalidad concreta, dentro del sistema colonial tomaba una forma particular, es por ello que observamos el surgimiento de puertos comerciales y núcleos administrativos, (además de centros de producción minera y núcleos agropecuarios identificables). Cada uno de éstos cumplía con funciones delimitadas que cobraban sentido al ser parte de una totalidad, que era el funcionamiento global del sistema colonial de ciudades. Como consecuencia de la división territorial al interior de la región, se observa de manera muy concreta la consolidación de estos espacios particulares a lo largo y ancho del territorio, es decir, aparecen diversos tipos de centros urbanos funcionalmente diferenciados.¹

¹ Aunque existe un patrón general en el “las ciudades de América Latina,...[cuentan todas] con los símbolos del poder: cruz, estandarte real, palo de justicia y damero, que impusieron fronteras y tapias al horizonte, desde el mismo momento de la planificación urbana. Plazas, calles, manzanas y templos trazados... trataron de reproducir en poco tiempo lo que en España había llevado siglos. En esta tarea colaboró la arquitectura templaria que recreó un paisaje que satisfizo las necesidades de seguridad, protección, amistad y reconocimiento, y sujetó a los





Desde estos distintos tipos de ciudades es que puede evaluarse la articulación espacial del suigéneris capitalismo latinoamericano, por un lado con las metrópolis capitalistas europeas², pero también la articulación de los propios espacios con el interior del territorio. Por lo tanto, son complementarios; en una parte se tienen espacios estrictamente urbanos que se encuentran complementados geográficamente entre sí (lo cual no quiere decir que estén articulados directamente), pero además con un vasto ejército de espacios no urbanos, que generalmente son centros de producción minera o agropecuaria, que cobran relevancia con el paso del tiempo dependiendo de la dinámica productiva de la región, dinámica dependiente del proceso global de consolidación del capitalismo europeo y no de las necesidades internas de la región.

Es dentro de esta complementariedad espacial, pero principalmente desde la relación entre las ciudades y los territorios rurales (productores de la riqueza administrada y distribuida desde las ciudades) que se plantea una relación campo-ciudad que estructurará el desarrollo espacial al interior de la región.³ Esta relación campo-ciudad configura espacialmente al interior de la región un conjunto de nodos de articulación, que dinamizan la relación entre las zonas de producción minera y agrícola con el mercado europeo consumidor de tales productos, que al principio *“contribuyó al aumento del flujo de mercancías y a la expansión de los medios de pago, que, al tiempo que permitían el desarrollo del capital comercial y bancario en Europa, apuntalaron el sistema manufacturero europeo y*

habitantes a un espacio que en sucesión infinita, harían ciudad e historia.”

² Esta dinámica mercantil global conectaba también a América Latina con el resto de los territorios conquistados por España y Portugal. Así también con otros centros comerciales del mundo, principalmente asiáticos. Ejemplo claro son la Nao de China y el Galeón de Manila.

³ No se debe olvidar que este proceso no solamente se da mediante la expansión del sistema económico productivo, sino que es complementado también por la actividad misionera y militar.

allanaron el camino a la creación de la gran industria.”⁴

A partir de esta división territorial del trabajo se puede evaluar la relación espacial campo-ciudad en la región y el surgimiento del posterior sistema latinoamericano de ciudades que toma cuerpo como este conjunto de nodos coloniales urbanos desde los cuales se medía el proceso de acumulación y explotación capitalista en la región latinoamericana. Proceso que cambia en el tiempo pero que mantiene como constante la relación de dependencia y dominación con respecto de las diferentes metrópolis globales.

El surgimiento de las primeras ciudades modernamente concebidas en América Latina muestran orígenes distintos, de un lado se emplazan en los asentamientos de población indígena que existían en el territorio previamente a la colonización.⁴ Esto plantea una serie de posibilidades espaciales que son distintas a las ciudades que por otra parte se fundan en los principales puntos de llegada/partida al océano y que muchas de las veces se encontraban en territorios con un escaso desarrollo urbano.

Cualquiera que sea el origen de las ciudades durante la colonia, su jerarquía mayor como espacios cambia muy poco durante la historia del capitalismo en América Latina, existen algunas variaciones con respecto de la importancia relativa que van adquiriendo algunas ciudades dependiendo de la geopolítica del momento pero no es que sea un cambio radical que trastoque el orden urbano espacial

⁴ La estrategia de conquista seguida por los conquistadores españoles fue la de tomar posesión de la mayor extensión posible de territorio fundando fortalezas o ciudades fuertes en medio de las zonas que poseían una mayor densidad de población autóctona. Se trataba de instalar población blanca en los centros de poder de los imperios agrarios americanos con el objetivo de captar los excedentes agrícolas y manufacturados de las comunidades agrarias a través de la encomienda de indios. La producción que antes se tributaba para la manutención del culto y la nobleza ahora debía ser captada por los encomenderos y por el imperio español por medio de un complejo sistema de imposiciones. Se trata del ideal señorial que intentó implantar la hueste indiana.





que se inicia en la colonia, se trata aquí de un proceso de consolidación inacabada, que se encuentra siempre en desarrollo, que no termina.

Producción de la ciudad y campo instrumental. Si bien cada una de las ciudades de la región solamente tiene un sentido histórico real si se piensa desde la totalidad del sistema latinoamericano de ciudades, cada ciudad es un proyecto particular de relación y producción social del espacio.³ Cada ciudad es la expresión concreta de la necesidad espacial abstracta de expansión capitalista, pero esto no es lo único que explica el porqué de la forma material concreta de cada ciudad. Es por ello, que hay que pensar a la ciudad como un proyecto particular de producción del espacio fundamentado en el ejercicio de la producción particular de cada región determinada en un contexto más global.

El concepto de producción en general propuesto por Marx, advierte que todo proceso de relación entre el hombre y la naturaleza es esencialmente la concreción de una praxis específica, en la cual el elemento del trabajo es definitorio de la forma que esta relación adquiere y el propio resultado que de ésta surge. La forma de la ciudad y su funcionalidad concreta son el resultado de esta práctica, por tanto cada ciudad es una concreción de una determinada manera de producir espacio.

La ciudad como producción del espacio es el resultado de "... *la producción de valores de uso, apropiación de lo natural para las necesidades humanas, condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, eterna condición de la vida humana...*"⁴ que pone en relación al sujeto con su entorno de tal manera que el entorno hostil se convierta en un entorno en el que la vida social sea posible. Es así que cada ciudad es un proyecto de relación entre el hombre y la naturaleza, desde la cual se configura una propuesta técnica y modo de relación metabólica particulares.

Como propuesta técnica y relación metabólica con su entorno y su dinámica interna, la ciudad es un campo instrumental general⁵, no es solamente la suma de objetos prácticos particulares, es fundamentalmente la relación de un conjunto de objetos práctico específicos que cobran sentido dentro de una totalidad técnica espacial, en el campo instrumental de la ciudad. Es la relación que los ubica cualitativamente en la totalidad como expresión de una relación concreta de la sociedad con el entorno natural. Este entorno natural de alguna manera precede a la sociedad, pero al mismo tiempo la sociedad es esa parte de la naturaleza que se desprende de ella para darle forma, sentido y significación. De acá que se tenga que entender a la ciudad de una manera total, como premisa y resultado de un proyecto técnico-social-espacial en sí.

Este proyecto técnico espacial de relación entre el hombre y la naturaleza pasa por los siguientes momentos.

1. Transformación física de las condiciones "naturales" de existencia.
2. Conformación de un complejo técnico adecuado. Campo instrumental.
3. Transformación de los ciclos internos de la naturaleza.

Es verdad que las mediaciones entre cada uno de estos momentos parecen interminables y sus posibilidades de concreción infinitas, pero en este caso sólo interesan únicamente éstos. En lo fundamental interesa aquí la conformación de un campo instrumental particular que le da sentido al emplazamiento espacial de la ciudad.

"Este complejo tecnológico dador y posibilitador de nuevas formas, organizado espacial y temporalmente, es el campo instrumental de la sociedad. La propia forma del objeto instrumental responde a la forma que el objeto práctico "solicita" en este ciclo productivo para asegurar la reproducción social física y política. El campo instrumental es de forma definitiva el productor fundamental de dicha reproducción, de ahí que sea el "sistema óseo y muscular" de





*la sociedad y "la forma más acabada del objeto social".*⁶

Si bien, la forma que posee este campo instrumental le viene de su función de mediador o posibilitador de la vida física del sujeto social, y esta forma es definitivamente una forma de actividad política, el enfoque de este trabajo no atenderá de manera explícita el carácter político de esta forma técnica. Pero no por ello se obvia la politicidad dentro de la cual se juega la dialéctica entre lo que fue el pasado y las posibilidades múltiples de continuidad de esta forma técnico-política. Al identificar la forma y la espacialidad de la ciudad como un campo instrumental general, se alude ya de igual manera a la forma política que se encuentra contenida en ella. Debido a que esta modificación "física" es sobre todo modificación de la figura concreta de la socialidad en términos políticos.

*"Un estadio determinado del desarrollo de las fuerzas productivas de los sujetos que trabajan, al cual corresponden relaciones determinadas de los mismos entre sí y con la naturaleza: a eso se reduce en última instancia su entidad comunitaria, así como la propiedad basada sobre ella."*⁷

Este emplazamiento material de la ciudad como un campo instrumental general es sobre todo la relación de campos instrumentales particulares (pero no individuales) en una totalidad urbana que les da sentido y fin.⁵ El campo instrumental de la ciudad se encuentra conformado por campos instrumentales que responden a necesidades concretas particulares, por ejemplo el transporte, la energía, el agua, el abasto de alimentos, la vivienda, etcétera.

Cada uno de estos campos instrumentales particulares tiene una lógica de funcionamiento

⁵ "Como resultado de la concentración en la ciudad, la comunidad como tal posee una existencia económica; la mera existencia de la ciudad como tal es diferente a la misma pluralidad de casas independientes. En este caso, el todo no consiste en sus partes. Es una especie de organismo autónomo."

interno que se articula con el todo urbano de una manera concreta. Cada uno cumple una función específica de la cual puede identificarse una manera de manifestación técnica y de emplazamiento espacial. La ciudad como espacio es la socialización capitalista de una propuesta técnico-espacial de hacer civilización

Es en la ciudad, el espacio en el que se encuentran concentrados todos los elementos de la producción y el consecuente disfrute de la reproducción del sistema capitalista. Es ella misma, la concreción de un tipo específico de desarrollo de las fuerzas productivas y de la división del trabajo que la acompaña. En las ciudades centrales descritas por Topalov el ciclo de reproducción de la economía capitalista se cumplía casi por entero. La producción, la circulación y el consumo de la riqueza se generaban en la ciudad o en su periferia inmediata, su campo vale decir. Esta dinámica del ciclo de la riqueza capitalista nunca se cumplió de esta forma en la ciudad latinoamericana.

CONCLUSIÓN

Como consecuencia de la dinámica propiciada por parte del modelo capitalista llegado a la región latinoamericana por los colonizadores europeos, se fundamenta en el intercambio comercial, es evidente cómo la fundación y el desarrollo de las ciudades latinoamericanas, las cuales hasta antes de la conquista surgieron en función de determinaciones naturales y metafísicas, esta génesis queda cancelada con el proyecto colonial. Europa, particularmente España desde el punto de vista urbano tuvo la oportunidad en sentido estricto y acotado de hacer tabula rasa ya que, exceptuando las grandes ciudades que ya existían, hizo emerger nuevas pero ahora en pos de una nueva dinámica. A partir de ese momento las cosas serán muy diferentes, ya que en la nueva configuración que se venía gestando buscaba como objetivo fundamental articular la





explotación de la región por parte de las metrópolis europeas. Las nuevas ciudades estarán estructuradas a partir de esos momentos como una línea de producción que articula el tránsito entre la producción al interior del territorio y el mercado europeo que consumía esa producción.

Muy pocas veces las ciudades fueron espacios en los que se cumpliera la realización de las mercancías que se producían en su hinterland, ya que en su gran mayoría esa producción abastecía al mercado europeo. La ciudad por su parte no tenía un nivel de producción y consumo elevados, y muy poca de esta producción era resultado de procesos productivos al interior de la ciudad, por otra parte consumía muy poco de la producción nacional.

Mucho más habría para indagar sobre la actualidad de este proceso, que se considera es bastante pertinente analizar desde la visión de Marini de la "dialéctica de la dependencia", que no permita esclarecer la transferencia de riqueza que se realiza desde la región hacia los centros del capitalismo mundial, y cuál es el papel de la ciudad latinoamericana dentro de este proceso. Sin dejar de lado que en las ciudades de la

región se concentran también grupos de capitales locales que disputan el espacio urbano y que lo funcionalizan en virtud de sus necesidades de producción y acumulación de capital; arrojando un entramado de flujos muy importante de tener en cuenta en el momento de complejizar el análisis, trabajo que sobrepasa los intereses y alcances de esta investigación.

REFERENCIAS

1. Romero J.L. (2013) "La ciudad occidental. Culturas urbanas en Europa y América". Siglo XXI editores. Buenos Aires
2. Marini R. M. (1973). "Dialéctica de la dependencia." Ediciones Era. México, DF
3. Lefebvre H. (2013). "La producción del espacio." Capitán Swing Libros. Madrid, España.
4. Marx, K. (2001). "El Capital" Siglo XXI Editores. 24ª edición
5. Echeverría, B. (1998). "El 'valor de uso': semiótica y ontología." En "Valor de uso y utopía." Siglo XXI Editores. México.
6. Gasca J. (2005). "La ciudad: pensamiento crítico y teoría." IPN. México.
7. Marx K. "Grindrisse". Siglo XXI Editores. México





EL IMAGINARIO, LA MEMORIA Y LOS SIGNIFICADOS, EN LA VALORACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO



Olivares-Silva T.^a, Rodríguez-Ruiz, J.^{a*}

^a División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México. C P. 42700. ilrr_82@hotmail.com



Recibido 22 de Julio 2016; aceptado 30 de agosto 2016

Palabras clave:

trascendencia, herencia,
identidad cultural

RESUMEN. *La idea de patrimonio ya sea arquitectónico o cultural no es reciente, lo que sí, son los principios que permiten dilucidar qué bienes o manifestaciones intangibles se les puede atribuir este carácter. Estos principios pueden variar según la sociedad, el momento histórico, la percepción social, las coyunturas sociales, las intenciones u objetivos. Sin embargo, hay aspectos que se vuelven fundamentales al momento de considerar un objeto, manifestación intangible u obra arquitectónica como parte del patrimonio, partiendo de la premisa de que en sí mismos no pueden adquirir algún tipo de reconocimiento. Es entonces, que las personas, con base en sus vivencias, conocimientos, experiencias, gustos, entre otros, se apropian de estas manifestaciones, haciéndolas suyas a partir de una interiorización que nace de la memoria, pasando por el imaginario y exteriorizándolo como significado. Este ejercicio va configurando valores que eventualmente incrementarían la importancia de los objetos, obra arquitectónica y manifestaciones intangibles; con el tiempo, y según el impacto que tengan, se les podría atribuir el carácter de patrimonio arquitectónico o cultural. Por lo que a lo largo de la presente investigación se presentará de manera concisa el proceso de identificación, reconocimiento, significación, valoración, atribución del carácter de patrimonio y su utilidad en la conservación y preservación de los objetos, obra arquitectónica y manifestaciones intangibles.*



Key words:

transcendence, heritage,
cultural identity

ABSTRACT. *The idea of heritage already is architectural or cultural it is not recent, what yes, it is the beginning that allows to explain what goods or intangible manifestations it is possible to attribute this character to them. This beginning can change according to the company, the historical moment, the social perception, the social conjunctures, the intentions or aims; nevertheless, there are aspects that become fundamental to the moment to consider an object, Intangible manifestation or architectural work as part of the heritage, departing from the premise from that in yes same cannot acquire any type of recognition, is at the time, that the persons, with base in his experiences, knowledge, experiences, tastes, between others, appropriate of these manifestations, making them his from an internalization that it is born of the memory, happening for the imaginary one and expressing it as meaning. This exercise is forming values that eventually were increasing the importance of the objects, architectural work and intangible manifestations; with the time, and according to the impact that they have, it might attribute to them the character of architectural or cultural heritage. Thus, along the present investigation one tries to outline in a clearer way the process of identification, recognition, significance, valuation, attribution of the character of heritage and his usefulness in the conservation and preservation of the objects, architectural work and intangible manifestations.*



INTRODUCCIÓN. Cuando se escucha el término patrimonio arquitectónico, el subconsciente ya condiciona ciertas imágenes que refieren a ese concepto, por ejemplo: La catedral de Tulancingo de fundación Franciscana de 1528, el Ex convento de San Nicolás Tolentino en Actopan de fundación

Agustina en 1550, todos ubicados en el Estado de Hidalgo. Sin embargo, el patrimonio arquitectónico no incluye sólo estas obras monumentales, sino también aquellas modestas que describen un hecho social, una forma de construir, una forma de socializarse, un proceso histórico o una necesidad





climática, que en términos de escala, puede ser de tipo humana. En ambos casos, el patrimonio arquitectónico no es un hecho determinado o establecido, no es, o no debería ser una imposición, por el contrario, es una construcción social, arquitectónica e histórica, que con base en juicios de valor, de tipo culturales, permiten atribuirle a una obra el carácter de patrimonio cultural. Éste en sí mismo es portador de valores que la sociedad considera importantes para la memoria, historia e identidad. Pero, ¿de dónde surgen estos valores?, ¿quiénes lo valoran?, ¿con base en qué parámetros?, y sobre todo, ¿para qué considerar una obra como patrimonio arquitectónico? Las respuestas a estas preguntas se describirán a lo largo del presente trabajo de manera muy sintética pero objetiva y clara, y así discernir qué es el patrimonio arquitectónico; partiendo de la necesidad de establecer primeramente, de dónde surge la identificación y valoración de una obra arquitectónica.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue establecer con respecto al imaginario, la memoria y los significados la caracterización de los valores culturales y, finalmente describir como éstos son el sustento para atribuirle el carácter de patrimonio a la obra.

METODOLOGÍA. Dadas las características del presente trabajo, al ser del tipo humanista y social, se contempló una metodología de estudio de tipo mixta, es decir, se inició con una metodología inductiva, partiendo de la necesidad de reconocer e identificar el patrimonio arquitectónico del Valle del Mezquital y en todo caso conservarlo. Para esto se utilizó una metodología deductiva, la cual permite establecer los medios y las herramientas para lograr el objetivo, las herramientas para ello son: el reconocimiento del imaginario de la memoria y los significados, así como la valoración de la obra arquitectónica, recayendo en su conservación y su eventual consideración como patrimonio arquitectónico. Finalmente, se utilizó una metodología cualitativa debido a que se basa en

principio en la observación de los casos de estudio y el análisis bibliográfico sobre el tema.

TEORÍA. EL IMAGINARIO, LA MEMORIA Y LOS SIGNIFICADOS Y LOS OBJETOS Y MANIFESTACIONES INTANGIBLES. Si bien la obra arquitectónica se puede entender como un documento donde es posible leer su historia, también puede ser considerada como una herramienta que evoca un tiempo o acontecimiento, estimulando en las personas ciertos significados e imágenes permitiendo a cada persona disfrutar, valorar, vivir, apropiarse e incluso utilizar el inmueble de diferente manera. Estos aspectos proyectados a través del bien permiten identificar un valor que va más allá de lo material e incluso de lo subjetivo, se trata de un valor sensitivo y emocional. Estas características establecen que la obra no es sólo un conjunto de aspectos cuantitativos, temporales, espaciales o históricos, sino también emocionales, sensitivos, imaginarios, significantes y memorísticos hacen que salga un poco del margen de los especialistas y entre en el imaginario del resto de la sociedad. Por su relevancia, es necesario definir conceptos que forman parte del valor rememorativo tales como, la memoria, significado e imaginario para así poder clarificar el valor rememorativo y su importancia en la conservación del patrimonio arquitectónico, y en su proyección en el imaginario social. Sin embargo, no quiere decir que no existan otro tipo de representaciones mentales, sólo que estas son las que más intervienen en la valoración del patrimonio arquitectónico.

Memoria. En el caso de la memoria, de manera concreta, es la capacidad de las personas para retener, recordar o conservar las ideas, recuerdos, experiencias o acontecimientos, e incluso objetos del pasado percibidos a través de los sentidos. Locke considera que "...la memoria surge cuando la misma idea vuelve al espíritu sin que el objeto exterior actúe sobre nuestros sentidos. Si el espíritu trata de recordarla y tras cierto esfuerzo consigue finalmente hacérsela presente, entonces es una





reminiscencia”¹. Locke describe dos formas de recordar: una de ellas es la memoria, la cual se da por una acción involuntaria; mientras que la reminiscencia, es un esfuerzo de la mente por recordar. En ambos casos, tanto la memoria como la reminiscencia parten del reconocimiento de un objeto físico o una manifestación tangible que se queda en la mente de las personas. Lo importante de la memoria es su capacidad para referir mentalmente a un objeto o a una manifestación y asociarlos a un momento preciso. Con base en lo anterior, la mayoría de los inmuebles evocan a la memoria, ciertos sentimientos o recuerdos, sensaciones que promueven un mayor apego hacia ésta y que se desea preservar como un legado a las futuras generaciones. Así, la obra arquitectónica se vuelve parte esencial de las personas debido a su relación con ella que parte de la memoria.

Significados. Para entender el significado de los objetos es conveniente diferenciar el concepto de signo del de significado. Signo es la identificación directa y real de algo que puede ser físico o inmaterial, y el significado es la explicación o referencia de ese signo, la cual varía según el contexto y tiempo, según la percepción del individuo, es decir, el significante. Por ejemplo, a un mismo objeto o signo se les pueden atribuir distintas representaciones o explicaciones, según las distintas culturas. De acuerdo con esto, la obra arquitectónica puede considerarse como un signo a la que pueden atribuirse diferentes significados¹, ya sea teológica, política o social, en diferentes épocas o incluso en un mismo momento. Además, estos significados evidentemente pueden cambiar con el tiempo, y siendo estos los que coadyuvan a entender y otorgarle a la obra algún tipo de valor.

² Para Riegl, los monumentos, evidentemente, no tienen un valor *per se*, es la sociedad la que le otorga esos valores según el significado histórico, social, cultural, incluso personal que se le atribuyen (Riegl, 1987). Por ejemplo, Lynch dice que para algunas sociedades, los desechos y el deterioro no son considerados así, sino como elementos de veneración y simbólicos.

Para Ruskin, a las obras de arte, e incluso a las obras en general, se les reconoce una carga importante de significados, esto lo refuerza al decir que “...los valores, los significados, las vivencias, las emociones que recaen en los objetos materiales y en este caso, en la obra arquitectónica, se pueden observar al ejemplificar una casa común habitada por una persona común. Al morir la persona y heredar la casa a sus hijos hay un peligro de que se transforme la casa y se pierdan aquellos significados que el padre le dio a esa unidad habitacional, por lo que la herencia intangible se perdería para siempre, por lo tanto los hijos [tendrían] la tarea de preservar el elemento arquitectónico con todo y sus significados”³. Es entonces que el signo es la casa, y el significado son todas las representaciones, valores, vivencias otorgadas por cada generación a esta unidad arquitectónica; por esta razón, la obra tiene un valor físico, pero también se atribuyen valores inmateriales acumulados por las vivencias de las distintas generaciones acumuladas en torno al inmueble. Con lo anterior, Ruskin asevera que la “mayor gloria” de la obra arquitectónica no está sólo en los edificios, sino en la percepción que a través de sus muros nos describen las transitorias oleadas de la humanidad. Sin embargo, es muy enfático al decir que las obras arquitectónicas del pasado son casi intocables debido a que no existe aquella persona que la conceptualizó y materializó; esto refleja la importancia de los significados. Incluso Riegl describe que los monumentos considerados como modernos en la actualidad, con el tiempo, obtendrán otros significados y formarán el “patrimonio monumental heredado”².

Imaginario. Por otra parte, el imaginario es una cualidad que consiste en retomar objetos, representaciones, ideales o imágenes para manipularlas o transformarlas dentro de la imaginación y permanecer dentro de ella; y si son proyectadas se trasladan al terreno de los significados. En este sentido, para Brandi la imagen (en cuanto a la obra de arte) tiene dos connotaciones: la realidad presentada tal como es y





la que el autor pretende dar al espectador⁴. Esto permite convertir al imaginario en una herramienta que ayuda a las personas a relacionarse de manera más directa, personal e incluso íntima con la obra arquitectónica al percibir y manipular la imagen de forma única y personal. Por esta razón el imaginario es una acción más relacionada con el “espíritu y el alma” que con la razón.

Así, la memoria, el significado y el imaginario; coadyuvan a que la percepción y la relación que tienen las personas, de manera individual, con la obra arquitectónica, les permitan identificarse y reconocerse a través de la misma y apropiarse de ella de una manera única y personal. En esta premisa se basa la característica básica de la valoración, a que el monumento permanezca en el pasado², pero, al mismo tiempo, sea vigente a través del tiempo por medio de la herencia, de los significados y de la memoria colectiva que las personas le confieren al monumento, permitiéndole a la obra arquitectónica seguir vigente en términos de uso y narración histórica, estética y social. Ruskin considera que además del carácter físico de la obra coexisten sentimientos heredados y fortalecidos con el tiempo; sensaciones intangibles que también le dan sentido y valor a la obra, considera trascendental la sensación que causan los monumentos en las personas, tanto a nivel sensorial como espiritual, esto va condicionado e incrementando la valoración de la obra arquitectónica.

VALORES Y VALORACIÓN DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA Y DE LAS MANIFESTACIONES INTANGIBLES. Los valores de las obras arquitectónicas, se atribuyen a partir de la memoria, significados y el imaginario que

² Es importante aclarar que según Riegl, para que a un monumento se le atribuya el valor conmemorativo, éste tendría el carácter de permanecer eternamente en su estado de original². Evidentemente, este objetivo es difícil de alcanzar por los cambios en las necesidades e ideologías en la sociedad, además de que la remembranza no sólo se basa en el estado original de la obra sino en todas las transformaciones que haya tenido la obra, a lo largo del tiempo.

recae en su reconcomiendo y apropiación; lo que promueve el inicio para la trascendencia de la obra y su eventual consideración como patrimonio, por lo que ahora se retomará la idea de los valores y la valoración. Cuando se habla de la trascendencia de la obra arquitectónica, estamos de manera implícita, tratando el tema del tiempo, pero evidentemente el tiempo de la obra es mayor que el tiempo biológico de los seres humanos; y justamente debido a esta “limitación” biológica, estos últimos buscan dejar su huella en el tiempo a través de objetos, y en este caso de las obras arquitectónicas, con la intención de perpetuar hechos individuales o colectivos y que en la mayoría de los casos partieron de un fin meramente utilitario. La trascendencia de la obra arquitectónica radica en factores como la cultura, la sociedad, los estilos arquitectónicos que imperen en determinada época, los conflictos sociales, entre otros, sin embargo, un elemento en común entre estos factores es la valoración, y es justamente la valoración la que permite la conservación de obra y eventualmente su trascendencia. En este sentido, la obra arquitectónica se valora bajo las siguientes características: momento de construcción, por su fisonomía, por su uso, o su importancia social y/o cultural. Sin embargo, en algunos casos, los argumentos para la valoración de obras suelen mantenerse de manera oculta o incluso cerrada a ciertos círculos sociales debido a intereses ajenos a los culturales. Lo que eventualmente ha derivado en la valoración y trascendencia de obras arquitectónicas con muy poco aporte arquitectónico, histórico, estético, social y cultural. La valoración arquitectónica, con el tiempo, se ha vuelto una herramienta fundamental para que una obra arquitectónica sea conservada y trascienda tanto como elemento cultural, histórico y social. Es decir la valoración no es un tema actual, lo actual es el debate sobre su importancia.

En términos generales, valor es el carácter de aquellas cosas que son preferidas, más o menos deseadas, o que se juzgan superiores o deseables; son interpretaciones otorgadas por los individuos a





los objetos dotándolos de ciertos significados. En palabras de Morente, las cosas, y en este caso, la obra arquitectónica, se les atribuye un acento peculiar, que las hace ser mejores o peores, buenas o malas, bellas o feas, santas o profanas⁵. Este mismo autor menciona que no hay objeto, idea, pensamiento o cualidad a la que no se le atribuya un calificativo, una posición positiva o negativa, por lo cual nada permanecerá indiferente. El calificar como buena o mala, positiva o negativa bonita o fea a una obra arquitectónica no es un juicio de valor, debido a que no se puede explicar el motivo de este tipo de calificativos. El juicio de valor o la valoración implica aspectos de tipo, funcional, estético, estructuralmente estable o histórico, el contexto, ya sea histórico, natural social y temporal. Por ejemplo, una adecuada valoración de una obra implica la descripción y el análisis de éste y el apego de los usuarios hacia la obra arquitectónica.

“Calificativos” como bello, robusto, grande, pequeño, macizo ligero o fino, ya implican cierta objetividad según los aspectos antes mencionados, sin embargo, en la valoración se presenta cierto nivel de subjetividad; subjetividad fundamental, porque de ahí se desprende el apego y la identificación de las personas hacia la obra arquitectónica. De manera romántica, García Morente⁵ afirma que los valores, y en este caso, los valores en la obra arquitectónica, ya están dados o son intrínsecos a la obra, y es la labor de los individuos descubrirlos. En este sentido, este autor comenta que: “Durante cierto tiempo, el valor no es conocido como tal, hasta que un hombre un grupo de hombres lo intuyen; y es entonces que lo descubren. Sin embargo, es necesario aclarar que al no descubrir el valor de algo, es como si éste no existiera; en todo caso, los valores no son del todo intrínsecos, sino más bien son lo que el individuo analiza, interioriza y posteriormente proyecta de la obra arquitectónica, y es entonces que el valor es descubierto y en todo caso existe. Con base en esto, se puede afirmar que los valores son dinámicos, por llamarlos de alguna forma, es decir, en cierta época, una obra se valora mayormente en

términos de uso o incluso estéticos, con el tiempo, esa misma obra se valora más en términos históricos, por esta razón no se cree conveniente establecer como absoluto e inamovible ningún valor cultural que se le atribuya a la obra arquitectónica.

Es conveniente establecer que entre mayor sea el número de personas que analicen e identifiquen cierto tipo de valores culturales en la obra, se asegurará de mejor manera su trascendencia, debido a que habrá un mayor apego e identificación. Con relación a los tipos de valores, es importante establecer que no es objetivo de este trabajo priorizar unos valores sobre otros en la obra arquitectónica, sino reconocer las distintas formas en las que pueden ser valoradas, según factores como cambios de uso, conflictos sociales, cambios en las formas de pensar y percibir la arquitectura, por transformaciones en el inmueble, o incluso por intereses ajenos a la cultura, esto comprueba que se le pueden identificar y atribuir a una misma obra distintos valores en un mismo momento. En este sentido, algunos valores que se pueden identificar en la obra arquitectónica basados en la clasificación de Aloïs Riegl² son:

- El valor histórico el cual se le otorga a la obra que haya sido realizada en el pasado.
- Valor artístico, se refiere al aspecto estético que incluyen la forma, la escala, la simetría, el uso del color lo más fielmente posible, la frecuencia entre los elementos y su integración plástica, la proporción, los testimonios del paso del tiempo e incluso la concepción misma de la obra; aunado a los aspectos sensitivos, simbólicos y espirituales.
- El valor de antigüedad se concreta al análisis de las transformaciones que se han realizado con el tiempo en el inmueble.
- El valor evolutivo se le atribuye a la obra arquitectónica, siempre que se le reconozcan procesos sociales reflejados en forma de adaptaciones y transformaciones en el inmueble, considerando que la evolución implica avance, el valor evolutivo implica un constate cambio.





– El valor conmemorativo es aquel que permite identificar y evocar la obra arquitectónica a un tiempo o acontecimiento, estimulando en las personas ciertos significados e imágenes permitiendo a cada persona disfrutar, valorar, vivir y apropiarse e incluso utilizar el inmueble de diferente manera.

– Valor de contemporaneidad se refiere a que en la medida en que la obra se mantenga en su estado inicial proporcionará datos más exactos de sí misma y de su contexto cultural del momento de su construcción.

– Valor funcional o de uso es la capacidad de una obra arquitectónica para cumplir una o varias funciones determinadas para cada espacio arquitectónico sin poner en riesgo la integridad del inmueble y la seguridad de sus ocupantes.

Como se puede observar, los valores descritos tienen en común tres aspectos: el tiempo, la subjetividad y la racionalidad; características que deben ser consideradas en igual nivel de importancia al momento de valorar una obra arquitectónica. Además de los valores aquí se reconocen los valores de tipo social o económicos. Estos se consideran relacionados directamente con la importancia cultural de la obra arquitectónica y eventualmente permiten considerar a los objetos o manifestaciones intangibles como patrimonio. Así, la valoración y la trascendencia de la obra arquitectónica están estrechamente ligados, donde los individuos atribuyen los valores a partir de una apropiación o asimilación que fue antecedida de una introspección de la memoria, los significados y los símbolos. Esto eventualmente permitirá que los objetos o las manifestaciones intangibles se conserven y trasciendan y con ellos su consideración como Patrimonio. En la Carta Europea del Patrimonio Arquitectónico describe de manera muy concreta que, los “valores [son] insustituibles” ya que cualquier atentado a un elemento de la obra [...] no se refiere sólo a la estructura física, sino también a los significados que se le han ido atribuyendo, por lo que resulta

imposible reponer esas características intangibles, (Europa).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN. LA OBRA ARQUITECTÓNICA Y LAS MANIFESTACIONES INTANGIBLES COMO PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y CULTURAL. Por lo regular, cuando se refiere al concepto de patrimonio se alude a la idea de la relación de un bien con su valor, por lo general, económico. Este término se utiliza al momento de contabilizar bienes para conocer su valor económico y posteriormente heredarlos de manera lo más equitativa posible entre los beneficiarios.

El concepto de Patrimonio, en sentido estricto, no está alejado de la idea antes presentada, ya que se refiere a “...al conjunto de bienes que pertenecen a una persona o grupo de personas; así como, a la herencia y a los derechos adquiridos como integrantes de una determinada comunidad o grupo social”. Ahora bien, en el caso de la obra arquitectónica, el Patrimonio Arquitectónico tiene algunas acepciones particulares derivadas de las características propias de la arquitectura. Ya sea por su utilidad pragmática como elemento que da cobijo y seguridad a las personas, social como una unidad que permite coadyuvar a construcción de la identidad social y además es parte importante para comprender la construcción urbana, como narración histórica, estética y social de un grupo o grupos sociales. Entre otras características, permite entender a la obra arquitectónica como un bien transgrede lo meramente utilitario y pasar a lo esencialmente sensitivo, significativo, incluso espiritual, por esta y otras razones, a algunas construcciones se las ha atribuido el carácter de Patrimonio Arquitectónico.

En este sentido, la Carta Europea del Patrimonio Arquitectónico de 1975 establece en su artículo primero que “...el patrimonio arquitectónico [...] está formado no solamente por nuestros monumentos más importantes, sino también por los conjuntos constituidos por nuestras ciudades





antiguas y nuestro pueblos tradicionales en su marco natural o adaptado por el hombre...”, (Europa), aunado a esto, en su artículo tercero describe que el patrimonio arquitectónico constituye también “...un capital espiritual, cultural, económico y social de valores insustituibles”.

Sin embargo, una característica más de la arquitectura es que además de considerarse como Patrimonio Arquitectónico, se le puede atribuir el carácter de Patrimonio Cultural, como es el caso de la Casa Estudio de Luis Barragán en la Ciudad de México.

Para entender de una manera más clara como una obra arquitectónica puede considerarse Patrimonio Cultural, se cree conveniente describir qué es y cómo se configura este tipo de Patrimonio. La razón de que un objeto o manifestación intangible sea considerado como Patrimonio Cultural, es una construcción social, histórica y cultural. Parte de una representación interiorizada de cada persona a partir de la memoria y el imaginario permitiendo construir significados; lo que conlleva a apropiarse, vivir e interiorizar los objetos o las manifestaciones intangibles de maneras particulares. Con el tiempo, estos significados y acciones se consensan y permiten atribuirles valores culturales a los bienes, que se van fortaleciendo hasta llegar a un punto donde se conviertan en parte de la identidad de un grupo social y eventualmente se consideran como patrimonio cultural. En la Carta de Zacatecas escrita en XXIX Symposium Internacional de Conservación del Patrimonio Cultural organizado por ICOMOS Mexicano en la sección de las Conclusiones, se describe que “El Patrimonio no es sólo un conjunto de bienes y edificios con una relevancia cultural o histórica, sino la totalidad dinámica y viva de la creación del hombre y la naturaleza” [debido a que] “el patrimonio tiene un valor universal de proyección cultural e histórica reflejado en la respuesta de la sociedad a cada lugar”⁶. A este concepto de patrimonio cultural es conveniente agregar el aspecto social en términos amplios, es decir, la sociedad como un ente que se

transforma, adapta, evoluciona, perece y resurge, por esta razón, Lluís Peñalba considera a la relatividad como una característica importante del patrimonio cultural debido a que “...se construye mediante un complejo proceso de atribución de valores sometido al devenir de la historia, las modas y al propio dinamismo de las sociedades”⁶.

Este mismo autor sostiene que los bienes culturales considerados patrimoniales no son sólo las obras con una “...significación histórica o estética, sino también [aquellas] manifestaciones de la actividad humana en general aunque sean muy recientes”⁶. Con base en lo anterior, Lluís Peñalba define al Patrimonio Cultural como: “...el conjunto de manifestaciones u objetos nacidos de la producción humana, recibidos por la sociedad como herencia histórica, y constituyen elementos significativos de su identidad como pueblo”⁶. A partir de estas definiciones, es conveniente reconocer los tipos de Patrimonio Cultural, esto con el objetivo de identificar de una manera más clara a que bienes se les puede atribuir esta consideración.

Se reconocen dos tipos de Patrimonio Cultural: el tangible que incluye “...los monumentos, obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumental, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos con un valor excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia”^{7, 3}. Dentro del patrimonio tangible se pueden identificar aquellas obras arquitectónicas valoradas por su importancia social, estilo arquitectónico, momento de realización, por ser una obra de un autor reconocido, por su información histórico-estética, así mismo aquellas “obras arquitectónicas [...] con un valor excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia”⁷, y que por tanto merecen ser conservadas y preservadas.

³ La referencia UNESCO, París 1972, hace mención a la Convención para la protección del Patrimonio mundial: cultural y natural realizada en París del 17 de octubre al 21 de noviembre de 1972.





El intangible se refiere "...principalmente a la herencia viva de técnicas tradicionales, habilidades artísticas, de sensibilidades estéticas, de creencias y comprensiones a través de las cuales los pueblos actuales se expresan"⁸. Dentro de este tipo, podemos identificar, los carnavales, las procesiones, la comida, la música, las tradiciones, entre otros. Es importante aclarar, que el Patrimonio Intangible, siempre tendrá un soporte material.

Así, ambos configuran el patrimonio cultural, donde siempre estarán estrechamente ligados por el individuo, dado que éste es quien materializa los objetos y las manifestaciones intangibles y al mismo tiempo les confiere significados, los valora y decide si merecen ser preservados. Con base en lo anterior, los bienes a los que se les atribuye el carácter de Patrimonio Cultural ya sean de tipo Intangible o Tangible, permiten consolidar la identidad cultural de los grupos sociales, sus raíces, sus costumbres, sus procesos artesanales, sus productos artísticos y artesanales, su lenguaje, sus obras arquitectónicas, entre otros.

CONCLUSIONES. Como se estableció, un aspecto primordial en la consideración de los bienes como Patrimonio Cultural es su interiorización por parte de las personas, por medio de la memoria, el imaginario y los significados que desprenden de estos ejercicios, permitiendo un sentido de apropiación, y con el tiempo deviene la idea de la valoración, la cual debe entenderse como dinámica, ya que se transforma, se adapta y a su vez que va coadyuvando a configurar la identidad de los grupos sociales en torno a esos bienes. Los valores que giran en torno al Patrimonio Cultural van más allá de lo tangible, de lo económico, de lo elitista, de lo superfluo; son valores que tienden a basar sus argumentos en conceptos e ideas, pensamientos, reflexiones de manera profunda e incluso filosófica, lo que le van dando a los bienes un carácter casi excepcional, único, representativo, identitario, y eventualmente considerarlos como Patrimonio Cultural. En el caso del Patrimonio Arquitectónico,

su conservación constituye un reto metodológico y técnico; entendiendo la parte metodológica como la investigación de los posibles elementos del patrimonio, así como el reconocimiento de las intervenciones en la construcción social.

El Patrimonio Arquitectónico habrá la posibilidad para el estudio y aplicación de técnicas ancestrales o modernas que coadyuven a su conservación. La importancia de que una obra arquitectónica sea considerada como Patrimonio Cultural recae en la importancia que tiene como generador de dinámicas sociales, como coadyuvador de la construcción de la identidad cultural de un grupo social mayor, y dejar constancia de una forma de hacer arquitectura en un momento, espacio y contexto específico. Así, los bienes considerados Patrimonio Cultural, no son o no deben ser un medio para lograr un beneficio meramente económico, ya que es imposible establecer un precio a todas las representaciones, significados, valores, y personas que han intervenido para que esos bienes tengan ese carácter.

Por lo mismo, el objetivo de considerar algunos bienes como Patrimonio Cultural, es coadyuvar a la construcción de la identidad cultural de un grupo social y preservar su historia, sus raíces, su lengua, sus costumbres, sus artesanías, sus expresiones artísticas, sus obras arquitectónicas, entre muchos otros elementos, y así preservarlos a las generaciones futuras, partiendo de la premisa de que la identidad cultural es la que nos permite diferenciarnos de los otros, caracterizarnos entre sociedades, y evitar a ultranza, la homogeneización de las identidades o retomar o construir pseudo identidades que por lo general son efímeras y sin un aporte cultural, social e histórico.

Finalmente, el Patrimonio Cultural es la herencia de nuestras culturas pretéritas, son representaciones de una forma de vivir, de actuar, de valorar; y en eso recae la importancia de identificar, valorar, conservar y preservar el Patrimonio Cultural.





REFERENCIAS

1. Russ, J. (1999). Léxico de filosofía: Los conceptos y los filósofos en sus citas. Akal Ediciones, Madrid, España
2. Riegl, A. (1987). El culto moderno a los monumentos. Madrid, España: La Bolsa de la Medusa. Visor.
3. Ruskin, J. (2009). Las siete lámparas de la arquitectura. México D.F., México: Ediciones Coyoacán.
4. Brandi, C. (1993). Teoría de la Restauración. Madrid, España: Alianza Forma.
5. Morente, M. G. (1980). Lecciones preliminares de filosofía. México DF, México: Porrúa.
6. Peñalba, J. L. (2005). Evolución del concepto y de la significación social del patrimonio cultural, en Arte, individuo y sociedad. México DF, México.
7. UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural., (pág. 3). París.
8. ICOMOS. (1976). Carta de México en defensa del Patrimonio Cultural., (pág. 6).





SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE DE SOMBRAS PARA EL CONFORT LUMÍNICO EN OFICINAS DE EDIFICIOS PÚBLICOS

Reyes-Alonso, G^a, Melchor-Chávez, P^a, Falcón-Gálvez, M^a.

^aInstituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. División de Ingeniería Electromecánica. Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México. C.P. 42700. greyes@itsoeh.edu.mx.

Recibido 31 de octubre 2016; aceptado 13 de diciembre 2016

Palabras clave:

Ahorro de energía, control de iluminación, lógica difusa

RESUMEN. Actualmente, del total de la energía eléctrica generada en el mundo, cerca del 90% requiere de procesos de extracción y combustión de combustibles fósiles. Expertos aseguran que la mitad de las reservas de combustibles fósiles con las que cuenta el mundo ya han sido consumidas en un 50% hasta el año 2015. En México, un 70% de la energía eléctrica es generada mediante hidrocarburos. Durante el proceso de conversión de energía, existe también una gran producción de CO₂, lo que debilita la capa de ozono y contribuye al calentamiento global. En los edificios se consumen alrededor del 40% del total de energía anual a nivel mundial. Los sistemas de iluminación en el sector comercial consumen alrededor del 30-40% del total de la energía eléctrica en el mundo. El propósito de este trabajo fue desarrollar un sistema de control inteligente de sombras para satisfacer las necesidades del confort lumínico al interior de oficinas de edificios públicos, con un impacto en el ahorro de energía eléctrica a través del control de una persiana enrollable motorizada, basado en el monitoreo de las variables lumínicas internas y externas. Se implementó, para el desarrollo del sistema de control de iluminación un controlador difuso en un controlador programable (PLC), por medio del uso de sensores de iluminación, lámparas de balastro dimeable y una persiana motorizada. Por consiguiente, se obtuvo un ahorro energético de hasta un 30% y al mismo tiempo se mantuvo el confort lumínico al interior de las oficinas del edificio. Con el desarrollo e implementación de un sistema de control inteligente de sombras se logra contribuir a la generación de la sustentabilidad en oficinas de edificios públicos.

Key words:

Energy-save, illumination control, fuzzy logic

ABSTRACT. Currently, of the total electricity generated in the world, about 90% of it requires processes of extraction and combustion of fossil fuels. Experts say that half of the world's fossil fuel reserves have already been consumed by 50% by 2015. In Mexico, 70% of electricity is generated by hydrocarbons. During the energy conversion process, there is also a large production of CO₂, which weakens the ozone layer and contributes to global warming. In buildings, about 40% of the total annual energy consumption is consumed worldwide. Lighting systems in the commercial sector consume about 30-40% of the total electric energy in the world. The purpose of this work is to develop a system of intelligent shading control to meet the needs of light comfort within public buildings offices, with an impact on the saving of electric energy through the control of a motorized roller shutter based on The monitoring of internal and external light variables. For the development of the lighting control system, a fuzzy controller in a programmable controller (PLC) is implemented, through the use of lighting sensors, dimmable ballast lamps and a motorized shutter. As a result of achieving energy savings of up to 30% and at the same time maintaining light comfort within the building's offices, the development and implementation of an intelligent shadow control system contributes to the generation of Sustainability in offices of public buildings

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, debido a los estilos de vida moderna y al crecimiento de la población a nivel mundial, la demanda de energía eléctrica ha aumentado de forma exponencial, de continuar con esta tendencia es posible que la demanda exceda en la capacidad de abastecimiento^{1, 2}. En el

proceso de la generación de energía eléctrica, cada año se producen en el mundo millones de toneladas métricas de gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global^{1, 3}. Investigaciones recientes muestran el uso de energías limpias para el desarrollo sustentable como una alternativa para la reducción del





consumo de los combustibles fósiles, sin embargo, esto representa un alto costo y un lento crecimiento en el desarrollo de estas tecnologías⁴. Esto presenta una oportunidad para evitar el crecimiento exponencial de este recurso; esta oportunidad se da en los llamados "edificios inteligentes" un concepto de tecnologías de la información, además de facilitar un entorno de trabajo cómodo procurando optimizar el uso de la energía eléctrica al minimizar los costos operativos⁵. Hoy en día, un edificio inteligente se compone de un conjunto de sistemas dinámicos y sensibles, diseñados para satisfacer los requisitos del usuario, a fin de proporcionar una alta productividad y rentabilidad en los entornos operativos^{6,7}.

Los sistemas de control de iluminación son parte de una construcción inteligente, deben ser dinámicos y flexibles para adaptarse a las condiciones de iluminación con el fin de maximizar la luz natural y para asegurar el confort visual de los usuarios⁸. Para la buena práctica de iluminación, es esencial que además de la iluminación requerida se satisfagan necesidades cualitativas y cuantitativas. Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas⁹:

- Confort visual, que de modo indirecto también contribuyen a un elevado nivel de productividad.
- Prestaciones visuales, en las que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales.
- Seguridad.

Por lo tanto, una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, asegure el confort visual permanentemente. Se debe considerar básicamente tres puntos, que situados por orden de importancia son los siguientes¹⁰:

- Nivel de iluminación.
- Deslumbramientos.
- Equilibrio de las luminancias.

Para permitir que las personas realicen tareas visuales de modo eficiente y preciso, se debe prever una iluminación adecuada y apropiada. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, alumbrado artificial o una combinación de los mismos.

Para satisfacer los requisitos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, en cuanto a las necesidades de confort y requisitos visuales se considera la norma mexicana NOM-025-STPS-2008¹¹ referenciada en base a la norma española¹². La luz natural puede proporcionar la totalidad o parte de la iluminación para las tareas visuales.

Al variar el nivel y la composición espectral con el tiempo proporciona una variación en el interior. La luz natural puede crear un modelado específico y una distribución de luminancias debido a su flujo luminoso casi horizontal procedente de las ventanas laterales.

En los interiores con ventanas laterales, la luz natural disponible disminuye rápidamente con la distancia a la ventana. Es necesario un alumbrado suplementario para asegurar la iluminancia requerida en el puesto de trabajo y para equilibrar la distribución de luminancias dentro de la sala. Puede usarse conmutación y/o regulación del flujo luminoso automático o manual para asegurar la integración apropiada entre alumbrado eléctrico y luz natural¹².

Durante el periodo 2003-2013, el consumo nacional de energía eléctrica mantuvo un crecimiento medio anual de 3.4 %, como resultado de la dinámica de los sectores residencial y mediana industria principalmente. En el 2014 las ventas totales fueron de 209,211 GWh en donde el sector industrial consumió el 58.2 %, el sector residencial consumió el 25.9 %, el sector servicios y bombeo agrícola con 9.1 %¹³.

En la sección 2 se presenta la caracterización de las reglas difusas del





sistema; en la sección 3 se presenta el ahorro de energía eléctrica.

Por lo tanto, se planteó el objetivo de desarrollar un sistema de control inteligente de sombras para satisfacer las necesidades de confort lumínico al interior de oficinas de edificios públicos, con un impacto en el ahorro de energía eléctrica a través de un controlador inteligente de sombras por medio de una persiana enrollable motorizada, basado en el monitoreo de las variables lumínicas internas y externas.

1.1. Estado del arte

En materia de energía y ciencia en los edificios en las últimas décadas ha incrementado, pero muchos edificios nuevos carecen de diseño para aprovechar la luz del día y se puedan integrar lo suficiente en los sistemas de iluminación artificial. En los casos en que exista una integración, se ha obtenido un potencial de ahorro de energía en iluminación entre 10.8 % a 44.0 % con una iluminación externa de 5,000 lux, y entre 20.6 % y 86.2 % para una iluminación externa de 10,000 lux; estos resultados obtenidos a través del diseño de una ventana ideal ¹⁴.

Así también, en algunos estudios de casos con respecto a la iluminación natural, se han obtenido ahorros de energía de hasta un 50 % a lo largo de la pared de la ventana debido a la capacidad de disponibilidad de luz visible. Además, la luz del día en los edificios es preferida por la mayoría de los ocupantes ⁹.

1.2. Consideraciones teóricas

Uno de los acontecimientos más importantes dentro de la tecnología de los microprocesadores inteligentes es el uso del control en los sistemas de iluminación inteligente. Estos controles proporcionan mayor flexibilidad, lo que lleva a una mejor gestión de la luz. Esto hace posible crear un entorno estéticamente agradable, y al mismo tiempo tener ahorros de energía. El concepto detrás de estos controles es operar la iluminación automáticamente de acuerdo a la

función de una zona, la hora del día, los niveles de luz ambiental y de la ocupación ¹⁵.

Los controles de iluminación inteligente presentan muchas ventajas sobre los sistemas de control convencional, teniendo la capacidad de la creación de un ambiente confortable, mayor flexibilidad de diseño, ahorro de energía, reducción de los costos de reemplazo de las lámparas y la seguridad. Las tres operaciones de medición, decisión y acción, siempre están presentes en todo tipo de control ¹⁵.

1.2.1 Fuzzificador

En este tipo de control se relaciona un valor medido x con un grado de pertenencia μ_x llamado conjunto difuso, que consigue una nueva cuantificación de la variable x en términos de expresiones de lingüística (por ejemplo, Alto, Medio, Bajo). Por el momento para este estudio se consideran dos tipos de conjuntos difusos con la finalidad de implementarlos en un sistema real para evaluar su respuesta en el sistema y el confort visual a 500 luxes sobre el plano de trabajo (Figura 1).

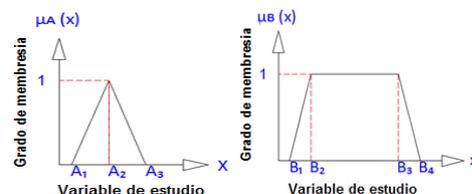


Figura 1. Conjuntos difusos a considerar; izquierda, conjunto triangular y derecha, conjunto trapezoidal.

Las funciones de pertenencia μ_x para estos conjuntos son los siguientes:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & x = A_2; \\ 1 - \frac{|A_2 - x|}{A_2 - A_1}, & A_1 < x < A_2; \\ 1 - \frac{|A_2 - x|}{A_3 - A_2}, & A_2 < x < A_3; \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad \text{Ec. 1}$$





$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1 & B_2 < x < B_3; \\ 1 - \frac{|B_2 - x|}{B_2 - B_1}, & B_1 < x < B_2; \\ 1 - \frac{|x - B_3|}{B_4 - B_3}, & B_3 < x < B_4; \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad \text{Ec. 2}$$

1.2.2 Bloque de inferencia

En esta parte, a través de una secuencia de reglas de inferencia de tipo <if ... then>, se crea el controlador de salida en términos de conjuntos lógicos. Para generar una figura que tiene una acción correctiva en el sistema de control, es necesario realizar el proceso inverso logrado en el fuzzificador.

1.2.3 Defuzzificador

La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, esto significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un controlador) que sólo manipule información numérica. Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, se debe convertir la salida difusa del mecanismo de inferencia; este proceso lo realiza el defuzzificador.

La salida del mecanismo de inferencia es un conjunto difuso resultante, para generar la salida numérica a partir de este conjunto existen varias opciones como el Centro de Gravedad, los Centros Promediados entre otros (Figura 2) ¹⁶.

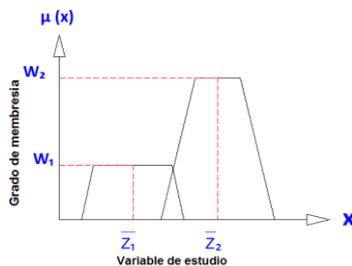


Figura 2. Defuzzificador de centros.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el edificio 1 planta alta del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, en la oficina 7.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó un Controlador Lógico Programable “PLC” CompactLogix L23E (Figura 3). (comprendido en 4 módulos, el primero con 16 entradas digitales, el segundo con 16 salidas digitales, el tercero con 4 entradas analógicas en tensión, 4 entradas analógicas en corriente, 2 salidas analógicas en tensión, 2 salidas analógicas en corriente y el cuarto tiene contadores rápidos). Una forma esquemática de los diferentes componentes utilizados en la oficina 7 del edificio 1 se muestra en la Figura 4.



Figura 3. Controlador Lógico Programable, PLC.

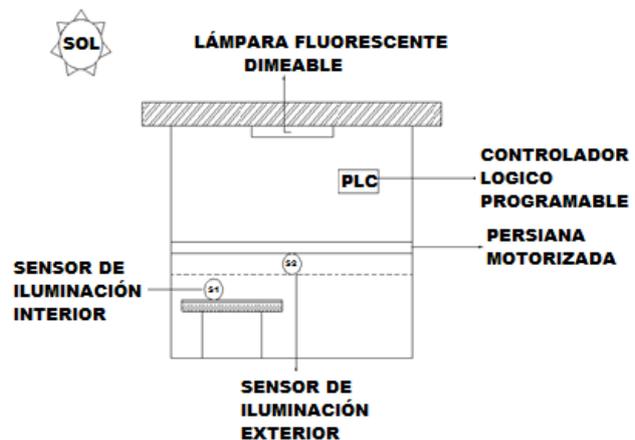


Figura 4. Elementos constitutivos del proyecto.

El desarrollo de las variables lingüísticas de entrada para el sensor exterior se planteó con base a las lecturas que se obtuvieron por





un luxómetro (Figura 5). Con respecto al sensor interior se plantearon las variables lingüísticas de entrada mostradas en la Figura 6. Y para las variables lingüísticas de salida de la lámpara dimeable se ilustran en la Figura 7.

Las reglas difusas planteadas para el sensor interior, sensor exterior y la lámpara dimeable se presentan en la Tabla 1.

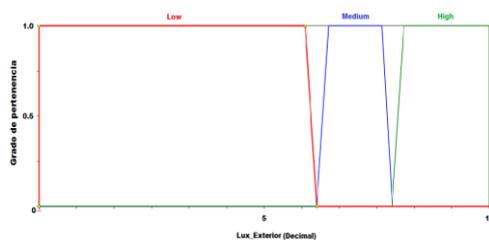


Figura 5. Variables lingüísticas de entrada para el sensor exterior.

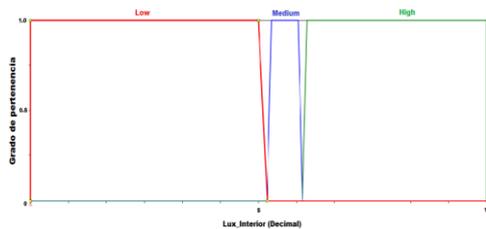


Figura 6. Variables lingüísticas de entrada para el sensor interior.

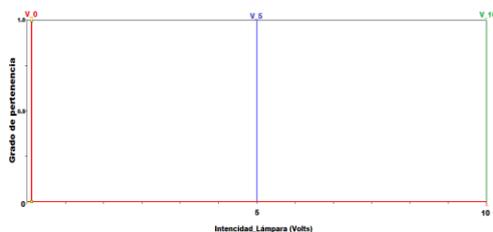


Figura 7. Variables lingüísticas para la lámpara dimeable.

Tabla 1. Reglas difusas para el sensor interior, sensor exterior y la lámpara dimeable.

1. IF (Lux_Interior IS low) AND (Lux_Exterior IS medium) THEN (Intencidad_Lampara IS V_5)
2. IF (Lux_Interior IS low) AND (Lux_Exterior IS low) THEN (Intencidad_Lampara IS V_10)
3. IF (Lux_Interior IS low) AND (Lux_Exterior IS high)

- THEN (Intencidad_Lampara IS V_0)
4. IF (Lux_Interior IS medium) AND (Lux_Exterior IS medium) THEN (Intencidad_Lampara IS V_0)
5. IF (Lux_Interior IS medium) AND (Lux_Exterior IS low) THEN (Intencidad_Lampara IS V_10)
6. IF (Lux_Interior IS medium) AND (Lux_Exterior IS high) THEN (Intencidad_Lampara IS V_0)
7. IF (Lux_Interior IS high) AND (Lux_Exterior IS medium) THEN (Intencidad_Lampara IS V_0)
8. IF (Lux_Interior IS high) AND (Lux_Exterior IS low) THEN (Intencidad_Lampara IS V_10)
9. IF (Lux_Interior IS high) AND (Lux_Exterior IS high) THEN (Intencidad_Lampara IS V_0)

Asimismo, se plantearon las variables lingüísticas de salida para la persiana motorizada en base al monitoreo del número de lux sobre el plano de trabajo (Figura 8). Por otra parte, las reglas difusas que se plantearon para el sensor exterior y la persiana motorizada se muestran en la Tabla 2.

Para obtener el diagrama en escalera (Figura 9) se obtuvo el algoritmo de control en el fuzzyDesigner e importó al RSLogix 5000. La Figura 10, muestra el sistema real del control de lógica difusa.

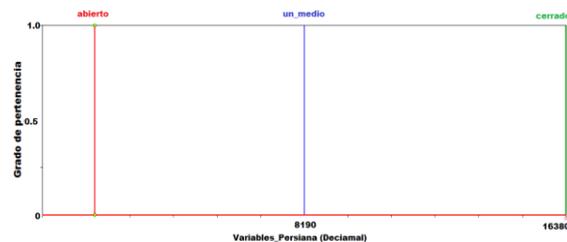


Figura 8. Variables lingüísticas para la persiana motorizada.

Tabla 2. Reglas difusas para el sensor exterior y la persiana motorizada

1. IF (Lux_Exterior IS low) THEN (Variables_Persiana IS cerrado)
2. IF (Lux_Exterior IS high) THEN (Variables_Persiana IS un medió)
3. IF (Lux_Exterior IS medium) THEN (Variables_Persiana IS abierto)



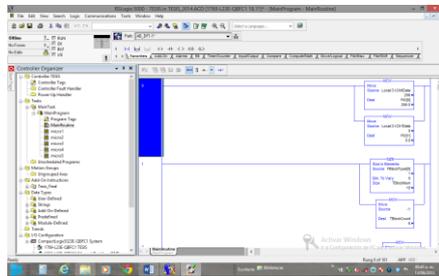


Figura 9. Diagrama en escalera del sistema inteligente.

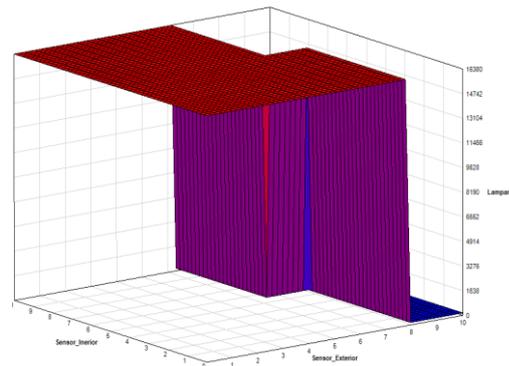


Figura 12. Gráfica en 3D del sistema inteligente (sensor interior, sensor exterior y lámpara).



Figura 10. Sistema real del controlador de lógica difusa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema inteligente que se obtuvo en el FuzzyDesigner muestra la respuesta del sistema (Figura 11 y Figura 12).

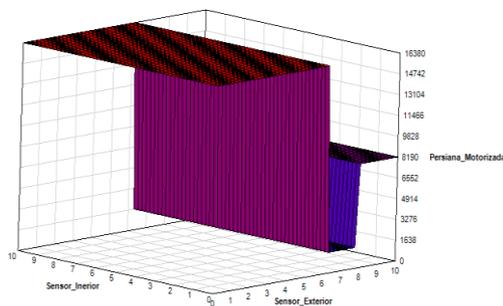


Figura 11. Gráfica en 3D del sistema inteligente (sensor interior, sensor exterior y persiana motorizada).

La potencia consumida por las lámparas fluorescentes en las oficina 7 del edificio-1 fueron medidas con un analizador de energía, este mostró un valor de 0.071 kWh y también se midió con un fluxómetro la iluminación sobre el plano de trabajo de 80 luxes. La potencia consumida por las lámparas dimeables que se utilizaron en este proyecto en la oficina 7 fueron de 0.112 kWh con una iluminación sobre el plano de trabajo de 480 luxes. En la Tabla 3, se puede observar a detalle la potencia real de consumo por la lámpara y el número de luxes sobre el plano de trabajo.

Tabla 3. Potencia real consumida y número de luxes con respecto al tipo de lámpara.

Tipo de lámpara	Potencia real consumida kWh	Número de Luxes en el plano de trabajo
2X32W	0.071	80
F96T12.D.EX	0.112	480

Cabe mencionar que la altura de las lámparas en la oficina 7 fue de 2.5 m con respecto al piso. Por lo anterior, en una oficina que normalmente trabaja en un promedio de 8 horas diarias entre las 9:00 a 17:00 horas, la potencia consumida es de 0.568 kW con lámparas de 2X32W. De tal manera que, implementado el sistema





inteligente con lámparas F96T12.D.EX, se llevó a cabo el monitoreo del consumo de energía de la oficina 7 (Figura 13), donde el consumo promedio fue de 0.409 kW. Por consiguiente, este sistema puede llegar a ahorrar hasta 30 % de energía eléctrica en un día despejado, asegurando un confort de iluminación de 480 lux sobre el plano de trabajo.

En estudios similares el ahorro de energía eléctrica se ha obtenido en hasta un 70 % en sistemas de iluminación aplicando la lógica difusa en maquetas, en condiciones ideales o en simulaciones¹⁷. Por consiguiente, este proyecto presenta oportunidades de mejora porque se pueden implementar lámparas de led dimeables que consumen menos energía eléctrica.

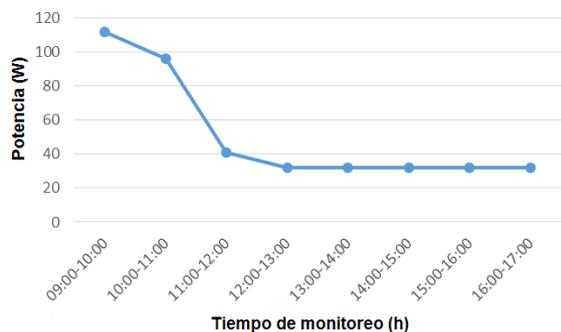


Figura 13. Potencia consumida por hora en la oficina 7 con el sistema inteligente.

CONCLUSIONES

Con este proyecto, se logró desarrollar el algoritmo de control inteligente en un sistema real para el confort de iluminación en el interior de una oficina pública de acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008, referenciada por la norma española UNE-EN 12464-1.

De tal manera que, el controlador del sistema fue ideal, debido a que cuando se implementó en el sistema real, la persiana y la lámpara dimeable trabajaron mucho para mantener las condiciones ideales.

Se obtuvo un ahorro en energía eléctrica de hasta un 30 % con el sistema real,

asegurando un confort de iluminación sobre el plano de trabajo. Cabe mencionar que, el ahorro se tuvo en un día despejado; quedando abierta la posibilidad de mejorar el sistema en cuanto al control de la persiana motorizada y a los sensores de iluminación.

Se logró implementar un controlador basado en Lógica difusa en un PLC y es importante mencionar que es una alternativa para los sistemas industrial no lineales con la condición que los actuadores tengan la capacidad de respuesta del sistema. El PLC como herramienta industrial puede ser utilizado para desarrollar sistemas de control avanzados.

REFERENCIAS

1. Lew D.J. (2000) Alternatives to Coal and Candles: Wind Power in China. *Energy*, 28: 271-286.
2. Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(9), 2265-2300.
3. Di Stefano, J. (2000). Energy efficiency and the environment: the potential for energy efficient lighting to save energy and reduce carbon dioxide emissions at Melbourne University, Australia. *Energy*, 25(9), 823-839.
4. Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy Policy*, 34(18), 3623-3633.
5. Wong, J. K., Li, H., & Wang, S. W. (2005). Intelligent building research: a review. *Automation in construction*, 14(1), 143-159.
6. Osterhaus, W. K. (2005). Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. *Solar Energy*, 79(2), 140-158.
7. Wong, P. W., Shimoda, Y., Nonaka, M., Inoue, M., & Mizuno, M. (2008). Semi-transparent PV: Thermal performance, power generation, daylight modelling and energy saving potential in a residential application. *Renewable energy*, 33(5), 1024-1036.
8. Doulos, L., Tsangrassoulis, A., & Topalis, F. (2008). Quantifying energy savings in daylight responsive systems: The role of dimming electronic ballasts. *Energy and Buildings*, 40(1), 36-50.
9. Atif, M. R., & Galasiu, A. D. (2003). Energy performance of daylight-linked automatic lighting control systems in large atrium spaces: report on two field-monitored case studies. *Energy and Buildings*, 35(5), 441-461.
10. Darwich Soliva, A., & Fernández Domínguez, P. (2006). Estudio de los factores ambientales en bibliotecas públicas de Barcelona y su influencia en la percepción por los usuarios. Proyecto final de carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya.





11. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
12. Norma española UNE-EN 12464-1. (2003) Norma europea sobre la iluminación para interiores.
13. Secretaría de energía (2015) Prospectiva del sector eléctrico 2015-2029.
14. Ghisi, E., & Tinker, J. A. (2005). An ideal window area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings. *Building and Environment*, 40(1), 51-61.
15. Nikolaou, T., Kolokotsa, D. & Stavrakakis, G. (2004) Introduction to Intelligent Buildings, in *A Handbook for Intelligent Buildings*. SMART Accelerate, Athens, Greece.
16. Passino, K.M., Yurkovich, S. & Reinfrank, M. (1998) *Fuzzy Control* (Vol. 20). Menlo Park, CA: Addison-Wesley.
17. Kolokotsa, D., Niachou, K., Geros, V., Kalaitzakis, K., Stavrakakis, G. S., & Santamouris, M. (2005). Implementation of an integrated indoor environment and energy management system. *Energy and Buildings*, 37(1), 93-99.





EFFECTO ANTIINFLAMATORIO DE AGUAMIEL (*Agave atrovirens*) EN UN MODELO MURINO DE ÚLCERA GÁSTRICA INDUCIDA

Romero-López, M. R.^a, Mora-Escobedo, R.^b, Perea-Flores, M. J.^c, Flores-Morales, A.^d

^aInstituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo (Programa Educativo de Ingeniería en Industrias Alimentarias) Apan, Hidalgo, México, C.P. 43900.

^bEscuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional (Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos), Ciudad de México, México, C.P. 07738.

^cCentro de Nanociencias y Micro y Macrotecnologías-Instituto Politécnico Nacional (Departamento de Microscopía Confocal-Multifotónica y área de preparación de muestras), Ciudad de México, México, C.P. 07738.

^dInstituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (Programa Educativo de Ingeniería en Industrias Alimentarias) San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, México, C.P. 90120. mromero@itesa.edu.mx

Recibido 19 de noviembre 2016; aceptado 16 de diciembre 2016

Palabras clave:

Gastroprotectora,
fructooligosacáridos,
murino

Key words:

Gastroprotective,
fructooligosaccharides,
murine

RESUMEN. El aguamiel se considera de manera tradicional un tratamiento para padecimientos como la gastritis, por la presencia de fructooligosacáridos (FOS). El objetivo esta investigación fue evaluar el efecto gastroprotector del aguamiel en un modelo murino de úlcera gástrica inducida por indometacina, mediante análisis histológico y microscopía óptica. Se formaron 4 grupos de ratas Wistar hembras (n=9) y fueron aclimatadas en jaulas metálicas individuales a una temperatura de 22 °C ± 2 y un ciclo de luz-oscuridad de 12/12 h. Las úlceras gástricas se indujeron por una dosis de indometacina (50 mg/kg de peso) administradas durante 7 días con 3 tratamientos: Referencia (100 mg de ranitidina/kg) y dosis ajustada a 100 y 200 mg FOS de aguamiel. Se realizó un análisis histológico de los estómagos y una tinción con hematoxilina. El área de lesión se determinó al analizar por Image J las micrografías de las úlceras observadas con microscopía óptica a 60X. El área de lesión en el grupo indometacina fue de 7999.33 µm², los grupos de aguamiel con 100 y 200 mg FOS/kg 2670.49 y 1647.84 µm², respectivamente y el de referencia 1546.16 µm², presentando un área menor los demás grupos comparados con el indometacina, el grupo 200 mg de FOS fue similar al de referencia. La redondez de las úlceras en grupos de aguamiel fue 0.579 y 0.593 (100 y 200 mg, respectivamente), el de referencia 0.507, siendo ovaladas, el grupo indometacina obtuvo 0.802; presentando úlceras redondas, en ambas determinaciones se observó diferencia significativa (p<0.05) entre grupos. El consumo del aguamiel como una alternativa en la prevención de úlceras gástricas a una dosis de 200 mg de FOS/kg, disminuye la presencia de úlceras y condicionan su forma, comprobando el efecto gastroprotector que resulta cercano al que brinda un fármaco comúnmente empleado en el tratamiento para la gastritis.

ABSTRACT. Aguamiel is considered a traditionally treatment of gastritis problems, due to the presence of fructooligosaccharides (FOS). The objective of this work was evaluate the effect gastroprotective of aguamiel in a murine model of indomethacin-induced gastric ulcer by histological analysis and optical microscopy. 36 female Wistar rats, initial weight of 180 g and 4.5 weeks of age were used. In individual cages at 22 °C ± 2 12 / 12h (light / dark), with n=9 per group. Gastric ulcers induced with indomethacin (50 mg/kg) after 7 days with 3 treatments: Reference (100 mg ranitidine/kg) and doses adjusted to 100 and 200 mg FOS aguamiel with histology Stomachs and staining with hematoxylin-eosin, ulcers were observed with optical microscopy to 60X, and analyzed by ImageJ image to determine injury area (µm²) and roundness value (0-0599 oval and 0600-1 round). The area lesion in the indomethacin group was 7999, 33 µm², groups with 100 and 200 mg FOS aguamiel/kg were 2670.49 and 1647.84 µm², respectively and reference 1546.16 µm², presenting a smaller area the other groups compared with indomethacin, the group of 200 mg FOS was similar to reference. The roundness of ulcers in groups of aguamiel was 0.579 and 0.593 (100 and 200 mg, respectively), the reference 0.507, being oval, the indomethacin group obtained 0.802, presenting round ulcers, in both determinations was observed significant difference (p <0.05) between groups. Consumption aguamiel is an alternative in the prevention of gastric ulcers at a dose of 200 mg FOS/ kg, reduces the presence of ulcers and determine its shape, checking the gastroprotective effect, resulting similar to drug





commonly used in the treatment for gastritis.

INTRODUCCIÓN

Los fructooligosacáridos (FOS) tienen diferentes propiedades funcionales, lo que los hace importantes en la nutrición y en el área de salud, donde han sido objeto de críticas sobre sus efectos benéficos¹. Desde el momento en que son consumidos y no son hidrolizados por las enzimas digestivas humanas, estos llegan intactos al colon para ser probables sustratos de fermentación, estimulando entonces el crecimiento de bacterias benéficas, y reduciendo las condiciones favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos en el colon².

Reportes en aguamiel de *A. mapisaga* mencionan la presencia de FOS en una cantidad de 10.2 g³. Tradicionalmente se ha utilizado el aguamiel como coadyuvante en el tratamiento de la gastritis y las úlceras estomacales debido a la posible actividad antiinflamatoria. Las recomendaciones para tomar el aguamiel como tratamiento es ingerir 100 mL antes de cada comida⁴. En un estudio se evaluó la actividad gastroprotectora de los FOS obtenidos de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), obteniendo que a una dosis de 100 mg/kg de peso animal, obtuvo el mayor efecto gastroprotector (78 %) en un modelo de úlcera gástrica inducida por indometacina en ratas Wistar, justificando esta posible capacidad antiulcérica en el caso del aguamiel, por su contenido de FOS⁵.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto antiinflamatorio (ulcera gástrica inducida por indometacina) del aguamiel en un modelo murino mediante un análisis histológico y microscopía óptica.

METODOLOGÍA

Se utilizaron 36 ratas Wistar hembras del bioterio de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, peso inicial de 180 g, de 4.5 semanas de edad. Se dividió aleatoriamente en 4 grupos (n=9), aclimatadas en jaulas metálicas individuales bajo condiciones de temperatura de 22 °C ± 2 y un ciclo de luz-oscuridad de 12/12 h^{6,7}. Brindándoles alimentos y agua ad libitum. Para la inducción de la úlcera gástrica se utilizó una sola dosis de Indometacina a 50 mg/kg⁸ y se administraron vía oral durante 7

días 3 tratamientos preventivos: Ranitidina (100 mg/ kg) y dos dosis ajustadas a 100 y 200 mg de FOS de aguamiel/kg tomando como referencia las dosis en un trabajo efectuado con FOS de jícama⁵ y un grupo sin tratamiento (grupo indometacina).

Posteriormente se sacrificaron los animales para el análisis histológico de los estómagos y una tinción de hematoxilina-eosina⁹. El análisis de imágenes de microscopio óptico a 60X, fue mediante el programa *ImageJ* con un mínimo de 30 imágenes por parámetro morfométrico (área de lesión en μm^2 y valor de redondez). Los datos fueron analizados estadísticamente por análisis de varianza (ANOVA), seguido de una prueba de Tukey a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ con el programa estadístico SIGMA STAT versión 3.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros morfométricos determinados en las úlceras gástricas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros morfométricos de imágenes de úlceras de ratas Wistar con diferentes tratamientos.

Grupos	Área de la lesión (μm^2)	Redondez
GR	1546.16 ± 1.20 ^a	0.507 ± 0.27 ^a
GIN	7999.33 ± 1.90 ^b	0.802 ± 0.16 ^b
A100	2670.49 ± 1.70 ^c	0.579 ± 0.14 ^a
A200	1647.84 ± 1.70 ^d	0.593 ± 0.16 ^a

GR (grupo referencia con Ranitidina), GIN (grupo indometacina), A100 (aguamiel ajustada a una dosis de 100 mg de FOS/kg de peso) y A200 (aguamiel ajustada a una dosis de 200 mg de FOS/kg de peso). Promedio de 30 repeticiones ± error estándar. Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) comparados con el grupo de Ranitidina.

El grupo de indometacina (GIN) presentó una mayor área de lesión (7999.33 μm^2), mientras que este parámetro en el grupo de aguamiel ajustada a una dosis de 100 mg de FOS/kg de peso (A100) y en el grupo de aguamiel ajustada a una dosis de 200 mg de FOS/kg de peso (A200) fue menor (2670.49 y 1647.84 μm^2 , respectivamente) comparado con el GIN, obteniendo una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre grupos con respecto al grupo referencia con Ranitidina (GR) con un área de lesión de 1546.16 μm^2 .





Mientras tanto, el valor de redondez indica si la úlcera tiene forma redonda (cercano a 1) o forma ovalada (<0.600). La redondez obtenida en los grupos tratados con aguamiel fue 0.579 y 0.593 (A100 y A200, respectivamente) sugiriendo que no presentan forma redonda sino de óvalo. El valor de redondez en el GIN fue el más cercano a 1 (0.802) teniendo úlceras con tendencia a ser redondas, obteniéndose diferencias significativas ($p < 0.05$) entre GIN y los grupos A100 y A200. Las úlceras presentes en el GIN fueron debidas a que no fue suministrado ningún compuesto que previniera la formación de éstas, conservando las características de las lesiones provocadas por la administración de AINES (antiinflamatorios no esteroideos) como la indometacina empleada en el presente estudio, que de manera general son redondas 10, mientras que en los otros grupos con tratamiento preventivo que fueron dos diferentes dosis de aguamiel, evitaron la extensión de las úlceras por la posible estimulación de la producción de la mucosa gástrica, la cual es asociada a la presencia de saponinas, a las que se les atribuye actividad citoprotectora ¹¹, estos forman parte de la composición química del aguamiel de *Agave atrovirens* ¹².

Otros compuestos con propiedad de disminuir el área de lesión en los estómagos de los animales y que condicionó la morfología de las úlceras son los fructooligosacáridos, polímeros reportados en la savia de agave, la cual al ser considerada parte de la fibra soluble siendo ésta susceptible de fermentación colónica produce ácidos grasos de cadena corta asociados al incremento en la producción de mucina en la mucosa tanto intestinal y gástrica ¹³, obteniéndose un efecto sinérgico entre las saponinas y los productos derivados de la fermentación de FOS del aguamiel.

CONCLUSIONES

En el modelo gastroprotector, la dosis con mayor efectividad en la reducción de área dañada y condicionamiento de la forma de las úlceras, fue la ajustada a 200 mg de FOS de aguamiel/kg, efecto que podría ser comparable al presentado en los animales tratados con ranitidina, comprobando de esta manera la

influencia del aguamiel en la prevención de gastritis.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Este trabajo de investigación obtuvo apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con el No. de Becario 268250 y a la Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI) del Instituto Politécnico Nacional, a través de los proyectos SIP.

REFERENCIAS

1. Flickinger EA, Loo JV, Fahey GC. (2003). Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals. *A review. CRC Crit Rev Food Sci Nut.* 43: 19–60.
2. Durieux A, Fournies C, Jacobs H, Simon JP. (2003). Metabolism of chicory fructooligosaccharides by bifidobacteria. *Biotech Letters.* 23: 1523–1527.
3. Ortiz BR, Pourcelly G, Doco T, Williams P, Dornier M, Pierre BM. (2008). Analysis of the Main Components of the Aguamiel Produced by the Maguey-Pulquero (*Agave mapisaga*) throughout the Harvest Period. *J. Agric. Food Chem.* 56: 3682–3687.
4. Guerrero GR. (1983). Los otomíes del valle del Mezquital. Pachuca, Hidalgo. Gobierno del Estado de Hidalgo. En: Búsquedas y Hallazgos. Estudios antropológicos en homenaje a Johanna Faulhaber. López AS, Serrano C. Instituto de Antropología e Historia, México. 115–117.
5. Cuadrado ML, Vinuesa TD, Donoso C. (2011). Determinación de actividad gastroprotectora del efecto de la raíz de jicama (*Smallanthus sonchifolius*) en ratas con lesiones gástricas inducidas. *Perf.* 8: 50–55.
6. Mongeau R, Siddiqui IR, Emery J, Brassard R. (1990). Effects of dietary fiber concentrated from celery, parsnip and rutabaga on intestinal function, serum cholesterol and blood glucose response in rats. *J. Agric. Food Chem.* 38: 195–200.
7. Danz RA, Lupton JR. (1992). Physiologic effects of dietary amaranth (*Amaranthus cruentus*) on rats. *Cereal Foods World.* 53: 222–226.
8. Lee YH, Mollison KW, Cheng WD. (1971). The effects of antiulcer agents on indomethacin-induced gastric ulceration in the rat. *Arch Int Pharm.* 191: 371–378.
9. Paniagua R, Nistal M, Sesma P, Álvarez UM, Fraile B, Anadón R, Sáez FS, De Miguel, MP. (1997). *Citología e histología vegetal y animal.* España: McGraw-Hill-Interamericana de España.
10. Crawford JM. (1998). El tracto gastrointestinal. En: *Patología estructural y funcional.* Schoen JH. McGraw-Hill Interamericana. España. 857.





11. Aguwa C, Nwako S. (1998) Preliminary studies on the root extracts of *Naulea latifolia* smith, for antiulcer properties. *Nigerian J Pharm Scie.* 4: 16-23.
12. Romero LMR, Osorio DP, Flores MA, Robledo N, Mora ER. (2015). Chemical composition, antioxidant capacity and prebiotic effect of aguamiel (*Agave atrovirens*) during in vitro fermentation. *Rev. Mex. Ing. Quím.* 14: 281-292.
13. Ouwehand AC, Derrien M, de Vos W, Tiihonen K, Rautonen N. (2005). Prebiotics and other microbial substrates for gut functionality. *Curr Opin Biotechnol.* 16:212-7.





INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE BROCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA TEXTURA Y ABSORCIÓN DE AGUA DE TOSTADAS DE MAÍZ AZUL (*Zea mays* L.)

Porras-Saavedra J.^a, Díaz-Pérez D. L.^a, Pérez-Pérez N. C.^a

^aInstituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. México. C.P. 42700. jporras@itsoeh.edu.mx

Recibido 08 de septiembre 2016; aceptado 19 de diciembre 2016

Palabras clave:

Alimento funcional, textura, microestructura

Key words:

Functional food, texture, microstructure

RESUMEN. La incorporación de brócoli (*Brassica oleracea* L) en la formulación estándar de una tostada horneada contribuye en la innovación de productos alimenticios funcionales. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue desarrollar y evaluar una botana horneada a partir de la masa de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado y brócoli (*B. oleracea* L.). La adición de brócoli fue evaluada a través de un diseño experimental completamente al azar, donde la variable independiente fue la concentración de este vegetal (0 %, 25 %, 50 % y 75 %), y las variables dependientes la actividad de agua, textura, aceptabilidad del producto y absorción de agua; incluida a esta evaluación se analizó la morfología microestructural del producto. De tal manera que, la adición de 50 % de brócoli en tostadas horneadas, generó un alimento funcional con característica crujiente y altamente estable, por sus valores en contenido de agua de 2.22 % y actividad de agua de 0.35, respectivamente.

ABSTRACT. The incorporation of broccoli (*Brassica oleracea* L) into a baked snack standard formulation contributes in the functional food products innovation. Therefore, the aim of this research was to develop and evaluate a baked snack with maize (*Zea mays* L.) nixtamalized masa and broccoli (*B. oleracea* L.). The broccoli addition was evaluated through a completely randomized experimental design, in which the independent variable was concentration (0%, 25%, 50% and 75%), and the water activity, texture, product acceptability and water absorption were the dependent variables; also, the microstructural morphology in this product was observed. So that, the broccoli supplementation at 50 % into the baked snack, generated a functional food with crisp and highly stable feature, their values in water content and water activity, by 2.22 % and 0.35, respectively.

INTRODUCCIÓN

La palabra "snack" comúnmente se traduce del idioma inglés como "botana", se define como comida pequeña y ligera, fácil de manipular, tamaño pequeño, ya sea sólido o líquido y debe satisfacer la sensación de hambre por un momento ¹. En México y otros países, el consumo de botanas principalmente derivadas de maíz, como totopos o tostadas ha tenido un incremento significativo. Los totopos de maíz se obtienen friendo la masa directamente, mientras que los de tortilla cortada se somete al proceso de freído. Los totopos de tortilla absorben mucho más aceite (36 %) que los totopos de maíz (24 %) y por consiguiente el aporte calórico es elevado y se han considerado de bajo valor nutrimental ².

Debido a la alta demanda mundial de botanas, es notable proporcionar un alimento de este tipo con características nutricionales benéficas para la salud. Por consiguiente, la industria alimentaria busca desarrollar constantemente alimentos que forman parte de la dieta pero con la característica de incluir compuestos biológicamente activos, combinando la conveniencia y la nutrición. En este contexto, es conocido el brócoli (*Brassica oleracea* L) por la abundante concentración de sustancias promotoras de la salud, por ejemplo compuestos fenólicos, flavonoides y fibra soluble que reducen el riesgo de padecer enfermedades y son de gran utilidad en la elaboración de alimentos funcionales ³. El maíz





(*Zea mays* L.) es uno de los cereales más importantes en la nutrición de grandes grupos poblacionales de América Latina, en particular de México y Centroamérica, muestra un elevado contenido de carbohidratos (73 %), mientras que el contenido de proteínas es significativamente menor (7 al 9 %) ¹.

En el desarrollo de un nuevo alimento o en la combinación de componentes, la textura de los alimentos se ve comprometida. En la mayoría de los alimentos los atributos de textura se perciben a través del proceso de la masticación y éstos dependen de la estructura ⁴. La textura es un atributo de calidad utilizado en la industria de los alimentos para evaluar la aceptabilidad y la calidad. Los factores constituyentes de la textura se evalúan por análisis descriptivos sensoriales o instrumentales ⁵.

El objetivo en esta investigación fue evaluar las propiedades físicas y de textura en una matriz alimenticia a base de la masa de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado y brócoli (*Brassica oleracea* L.).

METODOLOGÍA

Materiales. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó como material biológico brócoli (*B. oleracea*) y maíz azul (*Zea mays*) adquiridos en el municipio de Mixquiahuala de Juárez Hidalgo, México.

Preparación de las tostadas horneadas. Para el desarrollo de las tostadas adicionadas con brócoli, se estableció un diseño experimental completamente al azar, de acuerdo a la Tabla 1. Siendo la variable independiente la concentración de brócoli y las variables dependientes la textura, actividad de agua, adsorción de agua, aceptabilidad del producto. Para la obtención de las tostadas, se mezcló la masa de maíz con brócoli, posteriormente se pre-hornearon a 60 °C y se deshidrataron en un horno-secador (GP-125 Biobase) a una temperatura de 160 °C durante 15 min. Posteriormente, se almacenaron a temperatura ambiente dentro de bolsas de polietileno.

Contenido de agua. El contenido de humedad fue determinado gravimétricamente siguiendo el método oficial AOAC ⁶.

Tabla 1. Adición de brócoli a tostadas a base de maíz.

Formulación	Brócoli adicionado en tostadas (%)
F0	0.0
F1	25.0
F2	50.0
F3	75.0

Perfil de textura. La prueba de quiebre de tres puntos corresponde a una prueba de flexión y es conocida también como puente de ruptura y consiste en evaluar la fuerza máxima necesaria para producir un quiebre total de la estructura del producto. El análisis se realizó en un texturómetro Brookfield (CT3) utilizando la geometría TA-TPB, con una carga inicial de 7 g, velocidad de 10.00 mm/s y 2 ciclos. La prueba instrumental de perfil de textura consistió en colocar la muestra de la tostada sobre la base que consta de dos partes fijas y una parte móvil por medio de la cual se simula la fuerza ejercida de la mandíbula humana y la fuerza que se aplica para realizar el quiebre de la muestra ⁷.

Adsorción de agua. La determinación de las curvas de adsorción consistió en colocar una muestra de la tostada en ambientes controlados con valores de actividad de agua bajos, intermedios y altos, para ello se prepararon soluciones saturadas de las siguientes sales: LiCl, NaCl, KCl, BaCl₂, NaBr, MgCl₂, Mg (NO₃)₂, K₂CO₃ y CH₃COOK y se almacenaron a una temperatura de 25 °C por un periodo de 15 días registrando el peso final ⁸.

Evaluación sensorial. Se realizó una prueba hedónica de 7 puntos para determinar la aceptabilidad del producto, a una panel de 50 personas. Donde: 1 = me disgusta extremadamente, 2 = me disgusta mucho, 3 = me disgusta ligeramente, 4 = ni me gusta ni me disgusta, 5 = me gusta un poco, 6 = me gusta mucho y 7 = me gusta extremadamente. Los parámetros evaluados fueron olor, color, sabor, textura ⁹.

Morfología. Para la evaluación de la morfología de las tostadas horneadas adicionadas con brócoli, se inmovilizó una pequeña muestra sobre cinta de carbono en un portamuestras y el exceso fue removido. El portamuestras se cubrió con oro usando una evaporadora (Danton Vacuum, Desk II) y se observó al microscopio





electrónico de barrido (ESEM FEI-QUANTA 200) operado a 8 kV¹⁰.

Análisis estadístico. El efecto entre tratamientos se realizó a través del análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias entre tratamientos con la prueba de Tukey-Kramer al 95 % de confianza, usando el paquete estadístico GraphPad Prism 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tostadas de maíz con brócoli horneadas son de forma circular con un diámetro promedio de 6 cm y 2 mm de espesor, presentan valores de actividad de agua en un intervalo de 0.26 a 0.40 y contenido de agua inferior a 4.89 % (Tabla 2). Debido a que su deshidratación fue a través del horneado y no por freído, presentan bajos valores de lípidos, por lo tanto al ubicar este alimento en el mapa de estabilidad, es posible considerarlo como altamente estable¹¹. Así mismo, a bajos valores de actividad de agua, las tostadas presentan un carácter crujiente y las moléculas de agua están fuertemente unidas a los componentes de las tortillas, es decir que la microestructura es susceptible a fracturarse¹¹.

Tabla 2. Actividad de agua de las tostadas adicionadas con brócoli

Formulación	Actividad de agua	Contenido de agua (% de agua/100 g de muestra)
F0	0.40 ^a ± 0.00	4.89 ^a ± 0.20
F1	0.36 ^b ± 0.00	2.31 ^b ± 0.10
F2	0.35 ^b ± 0.01	2.22 ^b ± 0.21
F3	0.26 ^c ± 0.01	1.71 ^c ± 0.08

Nota: Letras diferentes en la misma columna indican que hay diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

La determinación de parámetros texturales en tostadas es particularmente difícil debido a su composición heterogénea y a su estructura poco uniforme, usualmente no fluyen frente a esfuerzos de presión pero dada las características de la tostada en conjunto con los componentes del brócoli, este alimento se caracteriza por ser crocante. Se observa que la incorporación de brócoli hasta en un 70 % no muestra diferencias significativas ($P < 0.05$) respecto a las características de dureza en las tostadas sin este componente. Éste se relaciona con parámetros mecánicos, específicamente con la deformación, caso particular de la formulación con 50 % de brócoli que presenta un porcentaje de deformación del 3 % y su

fracturabilidad es mayor comparado con en el de las otras formulaciones (Figura 1).

Con respecto a la morfología de la superficie de las tostadas (Figura 2), se observa que la incorporación de brócoli favorece el rompimiento de los gránulos del almidón, creando una matriz continua y probablemente se encuentra relacionado con la textura.

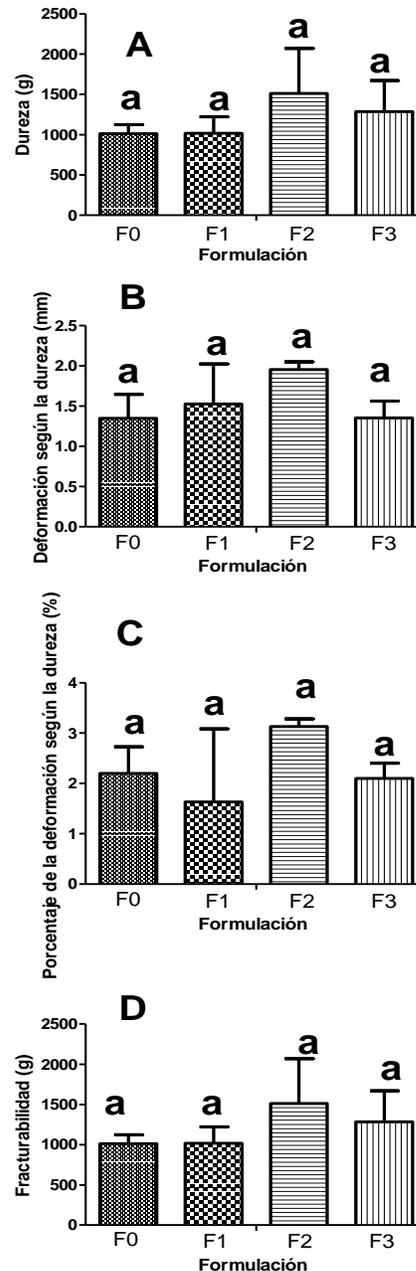
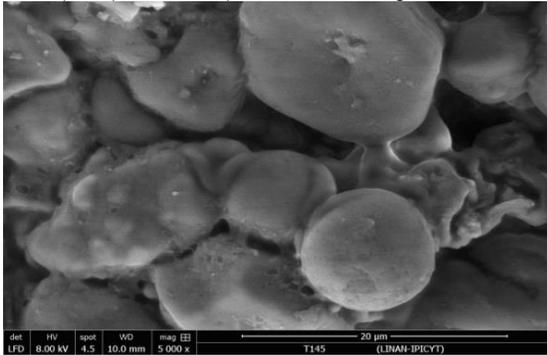




Figura 1. Propiedades de textura de las tostadas adicionadas con diferentes concentraciones de brócoli (P < 0.05). A) dureza, B) deformación según la dureza,



C) porcentaje de la deformación según la dureza y D) fracturabilidad.

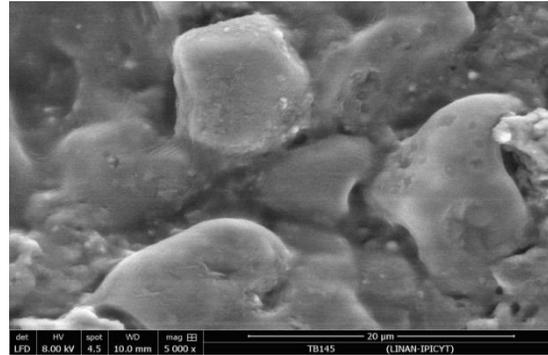


Figura 2. Microfotografías de tostadas adquiridas por microscopia electrónica de barrido a 5 000 X. Izquierda, gránulos de almidón de tostadas de maíz (*Zea mays*). Derecha, gránulos de tostadas de maíz con 50% de brócoli (*Brassica oleracea* L.).

De acuerdo a lo reportado por García-Armenta et al. ¹², la textura crujiente de la tostada contribuye a la aceptabilidad del producto. Esto se confirma en el orden de aceptabilidad del producto por su textura, basado en una escala hedónica de 7 puntos, en relación al contenido de brócoli: 50 % > 25 % > 75% (Figura 3).

carbohidratos. García-Armenta et al. ¹², indican que a estos valores de a_w las tostadas muestran pérdida de su crujencia y reducen su estabilidad.

En las tostadas es de gran importancia evaluar la adsorción de agua por su relación con la aceptabilidad. La adsorción de agua, tanto en el blanco (F1) como las tostadas adicionadas con brócoli se almacenaron a distintos valores de actividad de agua, observando que en a_w de 0.75 la adsorción varía entre 9 y 13 % (Tabla 3). Gutiérrez-López et al. ¹³, han reportado que el incremento en el contenido de humedad, modifica la estructura de los alimentos, debido a las características plastificantes del disolvente que contribuyen a la movilidad molecular de los

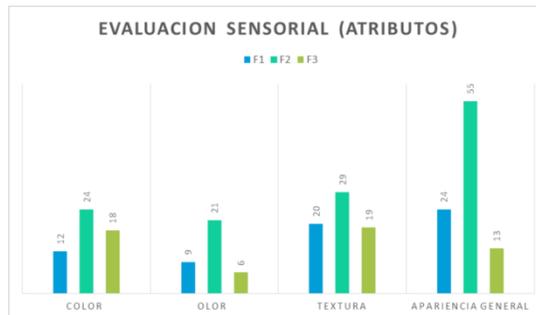


Figura 3. Evaluación sensorial de las tostadas

Tabla 3. Adsorción de agua en las tostadas almacenadas a 25 °C a distintos valores de actividad de agua

Actividad de agua	Absorción de agua (g de agua/g de muestra)			
	F0	F1	F2	F3
0.11	0.77 ± 0.15	0.85 ± 0.17	0.66 ± 0.04	0.93 ± 0.40
0.22	1.66 ± 0.09	1.79 ± 0.12	1.39 ± 0.08	1.71 ± 0.08
0.32	2.99 ± 0.14	2.31 ± 0.10	2.22 ± 0.21	2.80 ± 0.08
0.43	4.89 ± 0.20	4.87 ± 0.83	4.77 ± 0.29	4.84 ± 0.42
0.52	4.89 ± 0.00	3.90 ± 0.16	3.99 ± 0.58	3.69 ± 0.25
0.57	5.21 ± 0.31	6.01 ± 0.07	4.78 ± 0.00	6.25 ± 0.07
0.75	11.20 ± 0.44	10.76 ± 2.20	9.41 ± 0.0	13.00 ± 1.38
0.84	13.55 ± 0.00	12.59 ± 0.57	----	13.97 ± 0.71



0.90	15.02 ± 2.24	12.21 ± 0.42	12.42 ± 0.05	14.24 ± 0.79
------	--------------	--------------	--------------	--------------

Los valores representan la media de tres repeticiones



CONCLUSIONES

Las cualidades significativas que aporta el 50 % de brócoli en tostadas horneadas, crea una posibilidad para ofrecer un alimento funcional con característica crujiente y altamente estable, por sus valores en contenido de agua de 2.22 % y actividad de agua de 0.35.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Los autores agradecen a la M. en C. Ana Iris Peña Maldonado y al Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN), IPICYT, por facilitar el uso de sus instalaciones para obtener los resultados de microscopía electrónica de barrido.

REFERENCIAS

1. Pérez-Navarrete, C., Cruz-Estrada, R. H., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2006). Physical characterization of extrudates prepared with blends of QPM maize (*Zea mays* L.) and lima beans flours (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 5, 145-155.
2. Paredes López, O., Guevara Lara, F., & Bello Pérez, L. A. (2009). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias*, 92(092).
3. Oniszczuk, A., & Olech, M. (2016). Optimization of ultrasound-assisted extraction and LC-ESI-MS/MS analysis of phenolic acids from *Brassica oleracea* L. var. *sabellica*. *Industrial Crops and Products*, 83, 359-363.
4. Torres, J. D., González, K. J., & Acevedo, D. (2015). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Rev Reciteia*, 14(2), 63-75.
5. AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC Internacional (16th ed.). Gaythersburg, USA.
6. Hleap, J. I., & Velasco, V. A. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Bioteconología en el Sector agropecuario y agroindustrial*, 8(2), 46-56.
7. Jeantet, R, Croguennec Thomas, Schuck Pierre, Brulé Gerard (2006). Ciencia de los alimentos. Acribia. Zaragoza (España). pp 22.
8. Carpenter, R.P. 2000. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos (1ª ed.). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.
9. Porras-Saavedra, J., Palacios-González, E., Lartundo-Rojas, L., Garibay-Febles, V., Yáñez-Fernández, J., Hernández-Sánchez, H., Gutiérrez-López G. F., & Alamilla-Beltrán, L. (2015). Microstructural properties and distribution of components in microparticles obtained by spray-drying. *Journal of Food Engineering*, 152, 105-112.
10. Rahman, M. S. (2010). Food stability determination by macro-micro region concept in the state diagram and by defining a critical temperature. *Journal of Food Engineering*, 99, 402-416.
11. Ahmed, Z. S., & Abozed, S. S. (2015). Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with *Hibiscus sabdariffa* by-product. *Journal of advanced research*, 6(1), 79-87.
12. García-Armenta, E., Tellez-Medina, D. I., Sánchez-Segura, L., Alamilla-Beltrán, L., Hernández-Sánchez, H., & Gutiérrez-López, G. F. (2016). Multifractal breakage pattern of tortilla chips as related to moisture content. *Journal of Food Engineering*, 168, 96-104.
13. Gutiérrez- López. Gustavo F, Alamilla Beltrán Liliana, Pilar Buera María, Welti Chanes Jorge, Parada Arias Efrén, Barbosa Cánovas Gustavo V. (2015). *Water stress, Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems*. Springer, Washington State University, pp 631.



RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL VALLE DEL MEZQUITAL REGADOS CON AGUAS RESIDUALES

Mendoza-Saldivar, I.^a, Ortega-Escobar, H. M.^b, Romero-López, M. R.^a

^aInstituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Programa de Ingeniería Civil. Apan, Hidalgo, C.P. 43900. imendoza@itesa.edu.mx

^bColegio de Postgraduados. Programa de Hidrociencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.

Recibido 1 de noviembre 2016; aceptado 13 de diciembre 2016

Palabras clave:

Relación de adsorción de sodio, agua residual, cultivos agrícolas

RESUMEN: La reutilización de las aguas negras en la agricultura tanto de procedencia doméstica, como urbano-industriales; se considera benéfica en el manejo de los cultivos agrícolas debido a que ayuda a reducir los requerimientos de fertilizantes químicos. Sin embargo, el riego de aguas residuales en cultivos agrícolas, conlleva a tres tipos de problemas en los suelos: 1. acumulación de diferentes fracciones de metales pesados, 2. acumulación de sales solubles y 3. desarrollo de procesos de sodicidad que propician la dispersión de las arcillas y afectan la infiltración del agua en los suelos. Derivado de lo anterior, la presente investigación tiene por objetivo, determinar la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en los suelos agrícolas del Valle del Mezquital, regados con aguas residuales, utilizando las formulaciones de RASor, RASaj y RASo, con el fin de predecir el peligro de infiltración del agua en los suelos. Para cumplir con los objetivos, se evaluó el efecto del agua de baja concentración, al ser aplicada al suelo mediante el riego, utilizando la gráfica de infiltración propuesta por Ayers y Westcot, la cual relaciona la salinidad con la RAS y predice el efecto sobre la infiltración. Los resultados mostraron que el 46% y 54% de acuerdo con el RASor son clasificadas sin problemas de reducción, sin embargo, cuando se calculan de acuerdo al RASaj su valor incrementa entre el 5-17%. Se concluye que los peligros debidos a la sodicidad de las aguas de riego en el Valle del Mezquital; se deben a los altos contenidos de sodio en estas aguas, y por lo tanto, estas concentraciones elevadas pueden afectar de manera negativa la productividad de los diferentes cultivos.

Key words:

Sodium adsorption ratio, wastewater, agricultural crops

ABSTRACT: Re-use of wastewater in agriculture from domestic as well as urban-industrial sources, is considered beneficial in the management of agricultural crops because it helps in reducing chemical fertilizer requirements. However, wastewater irrigation in agricultural crops, leads to three types of problems in soils: 1. accumulation of different fractions of heavy metals, 2. accumulation of soluble salts and 3. Development of sodicity processes that favor the dispersion of clays and affect the water infiltration in soils. Due to the above, the aim of this research was to determine the ratio Sodium Adsorption (RAS) in agricultural soils in the Valle del Mezquital, irrigated with wastewater, using the formulations RASor, RASaj and RASo, for predicting the risk of water infiltration into the soil. The effect of low water concentration was evaluated, when it applied to the soil through irrigation, using the graph of infiltration given by Ayers and Westcot, which relates salinity with RAS and predicts the effect on infiltration. The results showed that 46% y 54% according to the RASor are classified without reduction problems, however, when it was calculated according to RASaj its value increases between 5-17%. It is concluded that the risks due to sodicity of water irrigation in the Valle del Mezquital are the results of the high sodium content in waters, and therefore, these high concentrations may negatively affect the productivity of different crops.





INTRODUCCIÓN

La agricultura bajo riego se ha desarrollado muy rápidamente, lo que ha propiciado que las fuentes de agua de fácil acceso como las aguas fluviales, de manantiales y subterráneas, se estén utilizando hasta el límite de sus cantidades disponibles, y como consecuencia en la actualidad se presenta un problema de escasez de fuentes de agua de buena calidad para satisfacer las necesidades de sostener altos rendimientos de los cultivos agrícolas¹. Para atender éste problema se ha planteado la utilización de fuentes de agua no convencionales como el empleo de aguas residuales urbano-industriales y aguas de drenaje agrícola de diferentes distritos de riego. El agua de drenaje agrícola se utiliza actualmente mezclada en diferentes proporciones con agua de riego de buena calidad, tal es el caso de las poblaciones del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo².

El riego con aguas residuales es benéfica por los altos contenidos de nitrógeno y fósforo porque ayuda a reducir el uso de fertilizantes químicos en los cultivos. Sin embargo, aunado a los problemas de salinización, sodificación en los suelos y acumulación de metales pesados³, se han encontrado otros inconvenientes por el uso de aguas residuales, como la presencia de bacterias coliformes, que provienen de las heces de humanos y animales; y la existencia de helmintos, ocasionando alto riesgo para la salud, por su estadio de huevo que perdura en el ambiente. Los huevos de *Ascaris lumbricoides* y *Toxocara canis* conservan su poder infectante en el suelo entre siete y doce años⁴. Si bien, el uso de aguas residuales impulsa la producción de los campos agrícolas, también origina riesgos para la salud de los productores, sus familias y a la población que consuma los cultivos irrigados con esta agua⁵.

Durante la caracterización físico-química de las aguas residuales, es prominente determinar la concentración total de sales solubles y sus composiciones iónicas. Un parámetro fundamental en la evaluación del agua de riego, es la relación de adsorción de sodio RAS^{6,7}.

Derivado de lo anterior, la presente investigación tuvo por objetivo, determinar la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en los suelos agrícolas del Valle del Mezquital, regados con aguas residuales, aplicando tres formulaciones diferentes, con el fin de predecir el peligro de infiltración del agua en los suelos.

METODOLOGÍA

Para conocer las dimensiones de las diferentes zonas del Valle del Mezquital, Hidalgo, se hicieron recorridos preliminares para delimitar la zona de muestreo de las aguas residuales que circulan por la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapan.

Se establecieron 100 estaciones de muestreo que proceden de la zona urbana del Valle de México, geográficamente se encuentran en diferentes espacios territoriales de los siguientes municipios: Actopan, Ajacuba, Alfajayucan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Cardonal, Chapantongo, Chilcuautla, Francisco I Madero, Ixmiquilpan, Mixquiahuala, Progreso, San Salvador, Santiago Anaya, Tasquillo, Tepeji de Ocampo, Villa de Tezontepec, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan, Tula de Allende y Zimapan.

La superficie del Valle del Mezquital se estima en 4610 km². En cada estación se tomó una muestra de agua de 0.5 L por duplicado.

Para comprender como se modifican las propiedades fisicoquímicas de los suelos debido a la aplicación de aguas residuales a los suelos con diferentes valores de RAS y concentración total electrolítica, se determinaron los iones analíticamente empleándose los métodos de APHA⁸: pH 4500-H⁺B, CE 25108, Ca⁺Mg 3500CaD, Na y K 3500-NaKD, CO₃ 2320B, HCO₃ 2320B, Cl 4500-CIB, SO₄ 4500-SO₄E, pH, CE.

Las formulaciones de RAS que se utilizaron en este trabajo fueron las siguientes:





$$\text{RAS original: } \text{RAS} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}} ;$$

$$\text{RAS ajustado: } \text{RAS}_{\text{aj}} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}} [1 + (8.4 - \text{pH}_c)]$$

$$\text{RAS corregido: } \text{RAS}^{\circ} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la relación de adsorción de sodio, de las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, en sus diferentes formulaciones RAS_{or}, RAS_{aj} y RAS^o para los muestreos 1 y 2, se presentan en la Tabla 1. La comparación de las diferentes formulaciones en relación con la adsorción de sodio ajustado en los muestreos de agua se observa que se desplazan a otros grupos de clasificación: RAS original y RAS ajustado. Tal es el caso de las aguas del canal La Laminadora, en ambos muestreos se observa este comportamiento; mientras que, en las aguas de La Presa Debohdé, en el Muestreo 2.

En el Valle del Mezquital se tienen altas concentraciones de bicarbonatos de sodio y cloruros de sodio, por lo que el uso con fines de diagnóstico del RAS_{aj} en el cultivo de alfalfa ⁹ ha determinado que en condiciones de salinidad se reduce la producción de las semillas de alfalfa y es aún más acentuado en condiciones de alcalinidad.

En otro estudio realizado se calcularon el RAS, bajo las diferentes formulaciones mediante el diagrama de clasificación propuesto por Richards ¹⁰ en 45 puntos de muestreo en la cuenca de Tulancingo; donde grafica los valores de la RAS con respecto a los valores de la conductividad eléctrica (CE), resultado así que las diferentes formulaciones de RAS, se desplazan a otros grupos de clasificación; por consiguiente, concluyen que no existe mayor problema para el uso de estas aguas debido a su baja conductividad eléctrica ¹¹. Estas aguas pueden usarse para el riego de la mayor parte de los cultivos y algunas fuentes pueden usarse con un grado moderado de lavado; por lo tanto, se recomienda su uso en la mayoría de los suelos con pocas probabilidades de alcanzar grados peligrosos de sodio intercambiable.

Tabla 1. Clasificación de las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango- IxmiquilpanZimapán, de acuerdo con las diferentes formulaciones de la relación de adsorción de sodio de los muestreos 1 y 2.

FORMULACIONES DE RAS	MUESTREO	C1S1	C2S1	C3S1	C3S2	C3S3	C3S4	C4S2	C4S3	C4S4
$\text{RAS} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	1	-	6	46	40	5	-	2	1	-
	2	1	8	37	54	-	-	2	3	1
$\text{RAS}^{\circ} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	1	-	6	38	40	13	-	2	1	-
	2	1	8	26	57	8	-	1	3	2
$\text{RAS}_{\text{aj}} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}} [1 + (8.4 - \text{pH}_c)]$	1	-	6	1	45	17	28	-	-	3
	2	1	8	3	31	33	24	-	-	6

Las concentraciones de sodio C_{Na⁺}, calcio C_{Ca²⁺} y magnesio C_{Mg²⁺}; están expresados en mmol. L⁻¹





En el diagrama de Richards ¹⁰ las aguas se dividen en cuatro clases con respecto a su conductividad eléctrica, siendo los puntos de división entre las clases mencionadas, los valores de <250, 750 y 2250-5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Con respecto al contenido de sodio en las aguas de riego las aguas se clasifican utilizando la relación de adsorción de sodio o RAS (Figura 1). Esta clasificación de las aguas de riego se basa principalmente en el efecto que tiene el ion sodio adsorbido sobre las condiciones físicas de los suelos. Después de que se calcularon los diferentes valores de la relación de adsorción de sodio (RAS), en sus diferentes formulaciones RAS_{or}, RAS_{aj} y RAS^o; se obtuvo que los valores del RAS original al ajustarse se desplazan a otros grupos de clasificación, existiendo mayor problema para el uso de esta agua en el riego agrícola debido a sus altas concentraciones de sales y contenido de sodio intercambiable. No obstante que, aunque los valores del RAS_{aj} son superiores

a los valores de RAS_{or} y RAS^o, es de gran utilidad, para efectos de predicción, conocer los valores máximos de la relación de adsorción de sodio o RAS que puede obtener el agua en determinadas condiciones físico-químicas específicas, es decir, con altos o bajos contenidos de bióxido de carbono CO₂.

CONCLUSIONES

La utilidad de contar con un gran espectro de valores de la relación de adsorción de sodio, mediante formulaciones diferentes (RAS_{or}, RAS_{aj} y RAS_{corr}), que toman en cuenta los altos contenidos de bicarbonatos y la precipitación o solubilización de la calcita, CaCO₃, permite contar con valores de la relación de adsorción de sodio RAS de gran confiabilidad para el diseño y la elaboración de medidas de mejoramiento de estas aguas residuales urbano-industriales que riegan el Valle del Mezquital.

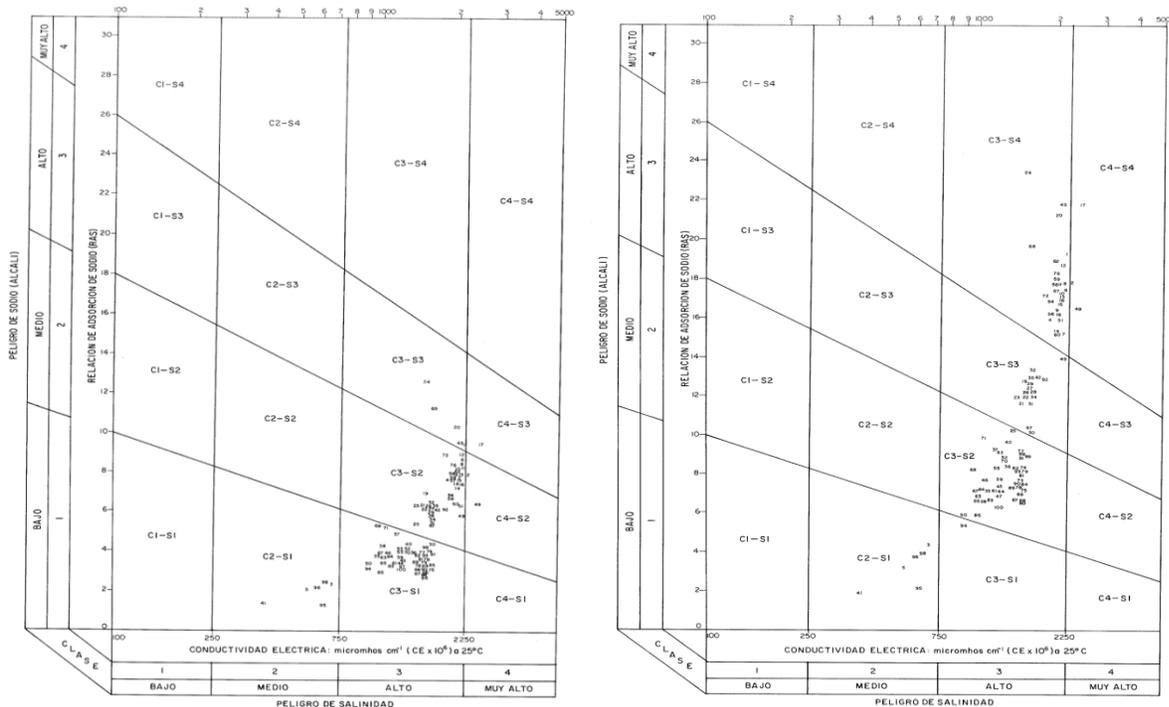


Figura 1. Diagrama de clasificación de las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango- Ixmiquilpan-Zimapán. RAS original-CE y RAS ajustado-CE





REFERENCIAS

1. Rhoades, J. D., Chaundi, F. and Lesch, S. (1999). Soil Salinity Assessment. Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements. *Irrig. and Drain.* Paper 57. FAO. Rome.
2. Velásquez M., M. A., Ortega Escobar, H. M., Martínez Garza, A., Kohashi Shibata, J. y García Calderon, N. (2002). Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Terra.* 20(4),459-464.
3. Abbas, S. T., Sarfraz, M., Mehdi, S. M., Hassan, G. and Obaid-Ur-Rehman. (2007). Trace Elements Accumulation in Soil and Rice Plants Irrigated with Contaminated Water. *Soil & Tillage Research,* 94,503-509.
4. Córdoba A., Ciarmela, Ma. L., Pezzani, B., Gamboa, M. I., De Luca, M. M., Minvielle, M., & Basualdo, J. A. (2002). Presencia de parásitos intestinales en paseos públicos urbanos en La Plata Argentina. *Parasitología Latinoamericana,* 57, 25–29.
5. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2007). Programa de saneamiento de aguas en Hidalgo. México: SEMARNAT publicaciones.
6. Suárez, D. L. (1981). Relation Between pHc and Sodium Adsorption Ratio (SAR) and an Alternative Method of Estimating SAR of Soil or Drainage Waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45,469-475.
7. Suárez, D. L., Wood, J. D. and Lesch, S. M. (2006). Effect of SAR on Water Infiltration under a Sequential Reain-Irrigation Management System. *Agric. Water Manage,* 8,150-164.
8. American Public Health Association. (1989). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition. APHA, AWWA, WEF. Edition Port City Press, Baltimore, Maryland.
9. López García, A. D., Ortega Escobar, H. M., Sánchez Bernal, E. I., Can Chulim A., Gomez Melendez, D. J., y Vazquez Alvarado, R. E. (2016). Caracterización fisicoquímica del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. *Tecnología y Ciencias del Agua,* 7(6), 139-157.
10. Richards, L. A. (1973). *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sodicos. Manual No. 60.* USA:LIMUSA.
11. Can Chulim, A., Ramírez Ayala, C., Ortega Escobar, M. Trejo López, C., Cruz Díaz, J. (2008). Evaluación de la relación de adsorción de sodio en las aguas del río Tulancingo, estado de Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana,* 26(3,) 243-252.





CULTIVO DE *Bacillus subtilis* CEPA QST 713 EN REACTOR TIPO AIRLIFT Y SU ACTIVIDAD ANTAGÓNICA CONTRA *Phytophthora capsici*.

De la Cruz-De la Cruz, E.^a, Méndez-Luna, D.^a, Valera-Montero, L. L.^b

^aUniversidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Ingeniería en Agrobiotecnología. Huejutla de Reyes, Hidalgo. C. P. 43000. emigdio.delacruz@uthh.edu.mx

^bInstituto Tecnológico El Llano. Ingeniería en Biotecnología. El Llano, Aguascalientes. México. C. P. 20336.

Recibido 6 de noviembre 2016; aceptado 13 de diciembre 2016

Palabras clave:

Control biológico,
fitopatógeno, bacteria

Key words:

Biological control,
phytopathogen, bacteria

RESUMEN. La producción y calidad de chile se ve limitada por diversas enfermedades causadas por hongos como *Phytophthora capsici*. Su control químico implica altos costos económicos y ambientales. Por lo que una alternativa para el manejo del hongo es el control biológico con *Bacillus subtilis*. Derivado de esto, el objetivo de esta investigación fue determinar el porcentaje de inhibición *in vitro* de *B. subtilis* contra el fitopatógeno *P. capsici* en diferentes medios de cultivo líquidos para establecer la factibilidad biológica en un reactor artesanal tipo airlift. El ensayo *in vitro* se hizo en cajas Petri, usando como medio de cultivo PDA, la cepa QST713 de *B. subtilis* y el hongo *P. capsici*. Se evaluaron medios de cultivos líquidos (caldos nutritivos), en matraces Erlenmeyer con 200 mL de agua, en un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones: T1, almidón de arroz; T2, almidón de maíz; T3, almidón de trigo; T4, Peptona + azúcar morena; T5, glucosa más fructuosa; T6, glucosa + almidón de maíz + almidón de arroz + almidón de trigo; T7, peptona + azúcar morena + almidón de maíz, arroz y trigo; T8, peptona + azúcar morena + glucosa + almidón de maíz, arroz y trigo. Se construyó el reactor air lift y se evaluó la curva de crecimiento de *B. subtilis* durante 24 horas. Los resultados obtenidos mostraron que la bacteria tuvo un 64 % de efectividad en la inhibición del hongo. El medio de cultivo de almidón de trigo mostro efecto significativo (Tukey, $\alpha=0.05$) con respecto al crecimiento de la bacteria, donde después de 5 horas fue $> 1 \times 10^9$ UFCs, considerado como adecuado para la producción de *B. subtilis*.

ABSTRACT. Production and chili quality are limited by diseases of fungal origin as *Phytophthora capsici*. Its chemical control implies a high economic and environmental cost. Biological control with *Bacillus subtilis* is a useful strategy to combat it. The aim of this research was to determine the percentage of inhibition *in vitro* confrontations between *B. subtilis* and the phytopathogen *P. capsici* in different liquid culture media (nutrient broth) for establish the biological viability in the bioreactor airlift. An *in vitro* assay was made in petri dishes, with PDA culture media where *Bacillus subtilis* QST713 strain and *P. capsici* fungi were cultured for antagonism evaluation; other experiment was carried out in Erlenmeyer flasks with 200 mL of water in a completely randomized design with 8 treatments and 6 repetitions: T1; rice starch, T2; corn starch, T3; wheat starch, T4; peptone + brown sugar, T5; fructose and glucose, T6; corn starch + glucose + rice starch + wheat starch, T7; peptone + brown sugar + corn, rice and wheat starch and T8; peptone + brown sugar + glucose + corn, rice and wheat starch for nutrient broth evaluation. The airlift reactor was constructed and the growth curve of *B. subtilis* was evaluated during 24 hours. The results showed that *B. subtilis* inhibited *P. capsici* growth in a 64 %. The culture medium of wheat starch showed significant effect (Tukey $\alpha=0.05$), where after 5 hours the bacteria's growth was $> 1 \times 10^9$ UFCs, considered as optimum for bacteria's production.

INTRODUCCIÓN

El hongo *Phytophthora capsici* causa la enfermedad conocida como pudrición basal del tallo^{1,2} en plantas de chile y jitomate principalmente, se caracteriza por la pudrición de raíces, tallos, marchitez y

muerte de plantas; llegando a ocasionar pérdidas del 60 al 100 % en las regiones productoras de México. La enfermedad se presenta en áreas tropicales y subtropicales e infecta raíces, tallos, hojas y frutos² siendo una de las enfermedades más destructivas a





nivel mundial^{3, 4}. Debido a la naturaleza persistente del inóculo en el suelo, la estrategia para el control de este patógeno requiere un programa de manejo integrado. Las medidas de control químico y cultural no siempre logran disminuir el daño del hongo, formado por zoosporas con alta movilidad en el suelo. Además, los fungicidas y fumigantes presentan un alto costo de aplicación, potencial daño ambiental, toxicidad y resistencia del hongo^{5, 6}.

Una alternativa que se ha desarrollado en los últimos años, para el manejo del hongo es el control biológico dentro del cual destacan bacterias del género *Bacillus*, dadas sus potencialidades en la inhibición de fitopatógenos de suelos y promoción de crecimiento de las plantas⁷, así como los hongos de los géneros *Trichoderma* y *Xylaria*, cuyo uso ha reducido el desarrollo del hongo en más del 40 %⁷.

En el caso particular de las bacterias, *Bacillus subtilis* ha mostrado alta capacidad para inhibir el crecimiento y esporulación de una amplia gama de hongos fitopatógenos, asociado a 1) parasitismo directo; 2) producción de antibióticos extracelulares como bacilomicina, iturina, micosubtilina y zwittermicina; 3) producción de enzimas líticas como quitinasa, proteasa, β -1,3 glucanasa y celulosa; 4) competencia por los nutrientes en el hospedante, que causa estrés por nutrientes e inanición en el hongo en germinación y 5) estimulación de defensas del hospedante a través de la resistencia sistémica inducida por medio de la ruta del ácido jasmónico.

De lo anterior, se planteó el objetivo de determinar el porcentaje de inhibición *in vitro* de *B. subtilis* contra el fitopatógeno *P. capsici* en diferentes medios de cultivo líquidos para establecer la factibilidad biológica de un reactor artesanal tipo airlift.

MATERIALES Y MÉTODOS

Antagonismo: Para determinar el porcentaje de inhibición de *B. subtilis* contra *P. capsici*, en el laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico El Llano (ITEL) se obtuvo la bacteria del cepario de este plantel; el hongo

fue donado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Celaya, Guanajuato. Se prepararon 6 cajas Petri con medio de cultivo PDA, se inoculó por punción con *B. subtilis* a una distancia de 1,5 cm del borde de la placa *Petri* y el hongo fitopatógeno en el lado opuesto a la misma distancia, manteniendo entre ambos una distancia de 6 cm⁸. Una vez establecidas las confrontaciones se incubaron en un cepario donde la temperatura fue de 25 ± 2 °C durante tres días y se tomaron los valores r1 y r2 para evaluar la efectividad de la inhibición.

Medios de cultivo: Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar (DCA), conformado por 8 tratamientos (caldos nutritivos) utilizando 6 repeticiones por tratamiento (Tabla 1)⁹. Se evaluó el número de UFCs (Unidades Formadoras de Colonias) 24 horas después de la inoculación, con base en la técnica de conteo en placa con diluciones de 1×10^{-8} ¹⁰. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey con $\alpha = 0.05$. El mejor caldo nutritivo obtenido en esta fase, se utilizó para su evaluación en el biorreactor airlift.

Biorreactor artesanal airlift: Este tipo de biorreactores en términos generales consta de un tubo vertical transparente. El aspersor se encuentra en la parte inferior de la columna y provee al reactor de pequeñas burbujas que tienen por función el mezclado del líquido y la transferencia de masa de CO₂ y la remoción de O₂. Entre las ventajas que presentan son su bajo costo, eficiente liberación de O₂, área superficial mayor en relación al volumen y mezclado relativamente homogéneo¹¹. Para la presente investigación, se construyó con los materiales que se mencionan y de acuerdo a lo señalado en la literatura, con algunas modificaciones, de acuerdo a los objetivos del trabajo.

- 1 tanque con tapa de 60 litros
- ½ metro de tubo de cobre
- ½ metro de tubo PVC





- 1 m de manguera transparente
- 1 burbujeador para pecera de 10 a 40 litros de agua
- 1 segueta para cortar los tubos
- Alambre para amarrar.
- 1 filtro
- Algodón

Una vez construido, el biorreactor fue esterilizado y llenado con el medio de cultivo significativamente diferente, previamente

esterilizado. Durante 24 horas, se realizó el conteo de UFCs, tomando muestras cada hora, desarrollando diluciones decimales hasta llegar a 1×10^{-8} las cuales se inocularon en cajas Petri con medio PDA, sembrando cinco cajas en cada muestreo, se incubaron y contaron las colonias con la ayuda de un estereoscopio. Con los datos obtenidos se hizo un análisis de regresión lineal en el programa estadístico SAS 9.0.

Tabla 1. Composición química de los medios de cultivos líquidos evaluados (tratamientos) para el crecimiento de *B. subtilis* (nutrientes disueltos en agua destilada).

Tratamientos	Peptona (g/200mL)	Azúcar integral (g/200mL)	Glucosa (g/200mL)	Almidón de Maíz (g/200mL)	Almidón de Arroz(g/200mL)	Almidón de Trigo (g/200mL)	Fructuosa (g/200mL)
1	0.5	0.5					2.0
2			2.0				
3				5.85			
4					5.85		
5						5.85	
6	0.2	0.2		1.17	1.17	1.17	
7			0.5	1.46	1.46	1.46	
8	0.16	0.16	0.33	0.96	0.96	0.96	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha establecido que un porcentaje de inhibición mayor o igual al 50 % del antagonista contra el fitopatógeno, es un buen indicador del antagonismo que existe entre ambos organismos ¹¹, los resultados obtenidos en la presente investigación mostraron un 64 % de inhibición, que indica un buen antagonismo, es decir que *B. subtilis* inhibe la presencia del fitopatógeno, lo cual permitiría bloquear el acceso de éste hacia la planta. Cabe señalar que *B. subtilis*, tiene mucho mayor inhibición que *Bacillus firmus* cuya actividad reduce sólo en 40 % la incidencia de la enfermedad ¹². De tal manera que, la actividad antifúngica de *B. subtilis* difiere entre cepas, la cual puede ir del 32 al 78 % ¹². La actividad antagónica de *Bacillus* se ha atribuido a la producción de enzimas líticas, antibióticos y/o metabolitos que pueden generar cambios en la membrana citoplasmática; otro posible mecanismo es la inhibición de la germinación, por competencia de nutrientes.

Por otra parte, en el experimento de evaluación de los caldos nutritivos se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha = 0.05$) para el crecimiento de las UFCs. El medio de cultivo con mayor número de colonias fue el que contenía almidón de trigo, asociado a que éste es fuente de nitrógeno y carbono necesarios para el crecimiento y reproducción de la bacteria, por su importancia como elementos esenciales para el crecimiento microbiano ¹¹. Por ello, este caldo nutritivo mostró un buen crecimiento y cantidad de UFCs (Tabla 2).

Los resultados también son acordes a otros experimentos ^{13, 14}, en donde se utilizaron granos de trigo para el crecimiento de bacterias del género *Bacillus* debido a que tienen una gran cantidad de nutrientes para satisfacer el ciclo biológico y un adecuado crecimiento de éstas, en condiciones anaerobias.





El uso de harinas como sustituto de medios de cultivo microbiológico ha mostrado efecto favorable en el crecimiento y esporulación de cepas de *B. subtilis* y hay estudios donde se alcanzaron concentraciones de 1.52×10^{10} UFCs mL⁻¹ y 3×10^9 UFCs mL⁻¹ con el uso de harina de soya^{13, 14, 15}. Además en esos trabajos, se señaló que la adición de peptona al medio de cultivo, desfavoreció de manera significativa la reproducción de la bacteria, comportamiento que también se pudo observar en los resultados del presente trabajo.

Tabla 2. Determinación en cantidades de UFCs en medios de cultivo líquidos

Tratamientos	UFCs (1×10^9 mL ⁻¹)
Almidón de trigo	1347 ^a
Peptona + azúcar integral	759.6 ^b
Glucosa + fructuosa	758.3 ^b
Almidón de arroz	564.3 ^{bc}
Almidón de maíz	209.8 ^c
Pe + Az + Gl + AdM + AdA + AdT	203.3 ^c
Pe + Az + AdM + AdA + AdT	201.1 ^c
Gl + AdM + AdA + AdT	184.5 ^c

Tratamientos con diferente letra presentaron diferencias significativas (Tukey $\alpha=0.05$). Pe: Peptona, Az: Azúcar, AdM: Almidón de Maíz, AdA: Almidón de Arroz, AdT: Almidón de Trigo, Gl: Glucosa

Respecto al crecimiento de *B. subtilis* en el caldo nutritivo en el reactor tipo *airlift* se obtuvieron resultados que superaron en cinco horas la concentración UFCs reportadas como idóneas para el crecimiento de *B. subtilis* en otro tipo de biorreactores. En valores mayores a 1×10^9 UFCs, ha sido considerado como buena producción, y en la regresión que se desarrolló (Figura 1) se superó en cinco horas; caso contrario en otro tipo de biorreactores donde ocurre en periodos de ocho a nueve horas. Por

consiguiente, la base de harina de trigo, la temperatura de incubación de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, el pH de 6.5 y el biorreactor airlift, favorecieron el crecimiento de la bacteria.

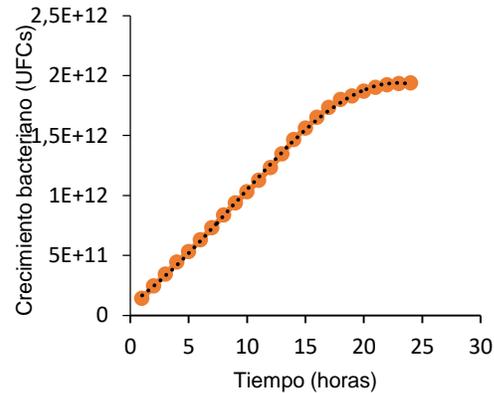


Figura 1. Crecimiento de *B. subtilis* durante 24 horas.

CONCLUSIONES

El porcentaje de inhibición *in vitro* del hongo *P. capsici* fue del 64 % con el uso de *B. subtilis* cepa QST713. Además, el medio de cultivo líquido con el mayor crecimiento de *B. subtilis* fue el preparado con almidón de trigo. Con el biorreactor artesanal airlift, se obtuvieron crecimientos superiores a 1×10^9 UFCs, después de cinco horas de evaluación, lo que lo hace un método viable para el cultivo de *B. subtilis* cepa QST713.

REFERENCIAS

- Corrales, O., E. Vargas y M.A. Moreira. (1990) Efecto de la materia orgánica en el combate de la pudrición basal del chile dulce (*Capsicum annuum*) causada por *Phytophthora capsici*. *Agron. Costarricense* 14 (1): 9-14.
- Kim, K.D., S. Nemeč, y G. Musson. (1997) Control of *Phytophthora* root and crown rot of bell pepper with composts and soil amendments in the greenhouse. *Appl. Soil Ecol.* 5: 169-179.
- Ristaino, J.B., y S.A. Johnston. (1999) Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell. *Plant Dis.* 83: 1080-1089.
- Hausbeck, M.K., y K.H. Lamour. (2004) *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant Dis.* 88: 1292-1303.
- Lamour, K.H. and M.K. Hausbeck. (2000) Mefenoxam insensitivity and the sexual stage of *Phytophthora capsici* in Michigan Cucurbit Fields. *Phytopathology.* 90: 396-400.





6. Cohen, Y., y M.D. Coffey. (1986) Systemic fungicides and the control of oomycetes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24: 311-338.
7. Ramos, S. R. U.; Gutiérrez, S. J. G.; Rodríguez, G. R.; Salcedo, M. S. M.; Hernández, L. C. E.; Luna, O. H. A.; Jiménez, B. J. F.; Fraire, V. S. y Almeyda, L. I. H. (2010) Antagonismo de dos ascomicetos contra *Phytophthora capsici* Leonian, causante de la marchitez del chile (*Capsicum annum* L.). *Rev. Mex. de Fitopatología.* 28 (2): 75-86.
8. Camacho, A.; Giles, M.; Ortégón, A.; Palao, M.; Serrano, B. y Velázquez, O. (2009) *Análisis microbiológico de alimentos.* 2a edición. Facultad de Química. UNAM. 10 p.
9. Stülke J., Hillen W. (2000) Regulation of carbon catabolism in *Bacillus* species. *Ann. Rev. Microbiol.* 54: 849-880.
10. Lizardi J. M. A. (2011) Biorreactores airlift. En: Contribución al estudio de la hidrodinámica y transferencia simultánea de masa en biorreactores airlift de tres fases: producción de un consorcio microbiano degradador de petróleo. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 8-11 pp.
11. Ramos, G. F. (2014) Cultivo de *Bacillus subtilis* cepa 105 en bioreactor y su actividad antagonista contra *Sclerotinia sclerotiorum*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, Morelos. 53 p.
12. Lagunas, J., Zavaleta, E., Osada S., Aranda S., Luna I. y Vaquera H. (2001) *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* Leo. en Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Rev. Mex. de Fitopatología.* 19 (1): 57-65.
13. Krispin O., Allmansberger R. (1998) The *Bacillus subtilis* AraE protein displays a broad substrate specificity for several different sugars. *J. Bacteriol.* 180: 3250-3252.
14. Miranda De S. M. L. (1994) *Bioreactores de Floculacao.* En: Estudo e desenvolvimento de bioreactores de floculacao. Tesis de doctorado. Universidad de Porto. Brasil. 15-25 pp.
15. Ruíz, S. E.; Mejía, B. M. A.; Serrato, D. A.; Reyes, R. A.; Estrada, G. Y.; Valencia, B. A. J. (2016) Antifungal activity and molecular identification of native strains of *Bacillus subtilis*. *Agrociencia* 50 (2): 133-148.





EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE SEPARACIÓN EN LA CONGLOMERACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL DE *Chlamydomonas* sp.

Cerón-Ortiz A.N.^{ayb}, Bomaye-Andrade E.^a, Gutiérrez-Camacho V.S.^a, Limón-Mendoza M.A.^a y Ángeles-Monroy M.A.^b

^aIngeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hgo., C.P. 42700, aceron@itsoeh.edu.mx

^bAcuacultura en Aguas Continentales, Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales No.2, Tezontepec de Aldama, Hgo., C.P. 42760

Recibido 25 de octubre 2016; aceptado 19 de diciembre 2016

Palabras clave:

Microalgas, proteínas,
floculante

RESUMEN. El uso de la microalga *Chlamydomonas* sp. en la industria alimentaria se debe a su contenido de proteínas, ácidos grasos y pigmentos; su producción se realiza en cultivos celulares a pequeña y gran escala, cuya biomasa se puede recuperar a través de equipos especializados, métodos físicos o químicos. La selección del método depende de los costos de inversión, tiempo y efecto en el contenido bioquímico. Por ello, el estudio evaluó la centrifugación, sedimentación y floculación como métodos de separación en la conglomeración de biomasa derivada de cultivos estáticos de *Chlamydomonas* sp. Para lo cual se generó un volumen de 1500 ml con aproximadamente 14×10^6 cél·ml⁻¹ de biomasa, distribuyéndolos en cantidades independientes de 250 ml (ocho repeticiones por tratamiento) para determinar el efecto de los tres métodos en la cantidad de biomasa conglomerada, tiempo de obtención del conglomerado, color y contenido bromatológico (proteínas, carbohidratos y lípidos). La centrifugación se aplicó a 1, 2, 3, 4, 5, 10 y 15 min de exposición a 4500 rpm; la sedimentación por gravedad y la floculación al adicionar una solución de NaOH al 0.5N (1 ml por repetición). La centrifugación registró el menor tiempo de conglomeración de biomasa (5 min) y una recuperación del $97 \pm 1\%$; similar a los $96 \pm 2\%$ en la sedimentación. Ambos métodos no impactaron negativamente el contenido de proteínas (41.68 ± 1.63 y $39.16 \pm 6.27\%$) ($P > 0.05$); aunque la centrifugación necesita una mayor inversión económica durante su aplicación. En cuanto a la floculación, acelera la precipitación celular en comparación con la sedimentación, pero tiene un efecto negativo en el contenido de proteínas ($24.66 \pm 1.10\%$) y el color del conglomerado. Por ello, se recomienda que para el aprovechamiento del valor nutrimental de *Chlamydomonas* sp., los métodos de sedimentación y centrifugación son los más factibles.

Key words:

Microalge. proteins,
floculant

ABSTRACT. The use of the micro-algae *Chlamydomonas* sp. in the food industry is due to its content of protein, fatty acids and pigments; its production is made in cell cultures to small and large scale, whose biomass can be recovered through specialized equipment, physical or chemical methods. The selection of the method depends on the costs of investment, time and effect on biochemical content. For this reason, the study evaluated centrifugation, sedimentation and flocculation as methods of separation in the conglomeration of biomass derived from static culture of *Chlamydomonas* sp. To which generated a volume of 1500 ml with approximately 14×10^6 cel·ml⁻¹ of biomass, distributing them in 250 ml (eight repetitions per treatment) independent quantities to determine the impact of the three methods in the amount of biomass engineered, time of the conglomerate, color and bromatological content (proteins, carbohydrates and lipids). The centrifugation is applied to 1, 2, 3, 4, 5, 10 and 15 min exposure at 4500 rpm; the gravity sedimentation and flocculation by adding a solution of NaOH to the 0.5N (1 ml per repetition). The centrifugation recorded the shortest time of conglomeration of biomass (5 min) and a recovery of $97\% \pm 1$; similar to the $96 \pm 2\%$ on sedimentation. Both methods not negatively impacted the protein content (41.68 ± 1.63 and $39.16 \pm 6.27\%$) ($P > 0.05$). The centrifugation needs greater economic investment during its application. The flocculation accelerates cellular precipitation compared to sedimentation, but it has a negative effect on protein content ($24.66 \pm 1.10\%$) and the color. For this reason, the methods of sedimentation and centrifugation are the most feasible.





INTRODUCCIÓN

Los estudios relacionados con la aplicación científica y tecnológica de las microalgas tienen su origen en la falta de alimento y fuentes proteicas ocurridas entre los años 30's y 40's¹; lo que dio lugar a incrementar su producción² y determinación del contenido de moléculas orgánicas³. Una clase de algas en estudio son las Chlorophytas (algas verdes), cuyos contenidos de clorofilas (a y b), carotenoides, proteínas y polisacáridos las potencializan como materia prima a utilizar en la industria alimentaria. Al respecto, la *Chlamydomonas* sp., es una microalga que posee entre un 30% y 50% de proteínas con base a su peso seco; porcentajes aprovechables si la biomasa se conglera posterior al cultivo. Además de buscar la disminución en la complejidad y costos del proceso de conglomeración^{4,5}, actualmente se han utilizado la centrifugación, sedimentación y floculación como métodos de separación y conglomeración de biomasa en otras especies⁶, no así en este tipo de alga verde.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de tres métodos de separación en la conglomeración de biomasa algal de *Chlamydomonas* sp. y determinar su efecto en el contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos (contenido bromatológico), así como los cambios de color.

METODOLOGÍA.

La microalga *Chlamydomonas* sp. se cultivó mediante inóculos sucesivos de 10 hasta los 1500 ml⁷; el crecimiento en estos últimos se determinó diariamente a través del conteo celular. Una vez alcanzados los 14×10^6 cel•ml⁻¹ en los cultivos de algas, se extrajeron volúmenes de 250 ml con un total de 10 repeticiones por tratamiento para evaluar el efecto del método de conglomeración (variable independiente) en cuatro variables dependientes (cantidad de biomasa, tiempo de recuperación del conglomerado, el color y el contenido bromatológico) a través de un diseño experimental unifactorial. Los tratamientos se identificaron como FC=centrifugación, FS=sedimentación y QF=floculación. En FS la biomasa se precipitó por gravedad y en QF se indujo mediante una solución de NaOH (hidróxido de sodio) 0.5 N a una razón de 1 ml por cada repetición⁸. Asimismo, en ambos tratamientos se

contabilizó el número de células en la columna de agua sin previa agitación de la biomasa en los frascos. La centrifugación se realizó en una Centrifuga VS-550 Multi-tube Carrier Refrigerated Centrifuge a 1, 2, 3, 4, 5, 10 y 15 min de exposición a 4500 rpm; al final de cada tiempo se realizó el conteo celular. La pérdida en peso y humedad de los conglomerados se determinaron a través de la técnica del peso seco constante en un horno SHEL LAB a 50 °C⁹. Asimismo, se determinaron los porcentajes de carbohidratos¹⁰, proteínas¹¹ y lípidos^{12,13}. Los cambios en el color de la microalga viva y seca se efectuaron mediante un análisis comparativo de acuerdo a la escala Pantone®, indicando la cuatricomía CMYK (C=cian, M=magenta, Y=amarillo y K=negro). A los datos obtenidos se les verificó la normalidad distributiva (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad de Bartlett, mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurión XVI; al cumplir ambos supuestos se aplicó un análisis de varianza y pruebas de HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El máximo crecimiento en biomasa se alcanzó al día 14 del cultivo ($14 \times 10^6 \pm 216,363$ cel•ml⁻¹), lo cual es similar a lo reportado en otros estudios (15×10^6 cel•ml⁻¹) para *Chlamydomonas* sp.⁷. Sin embargo, hasta el día 17 se observaron las fases de crecimiento típicas de acuerdo al patrón estándar¹⁴, las cuales concuerdan con la cinética de crecimiento de esta especie. Así mismo se observó un cambio paulatino en la intensidad de color en la columna de agua del cultivo (Figura 1).

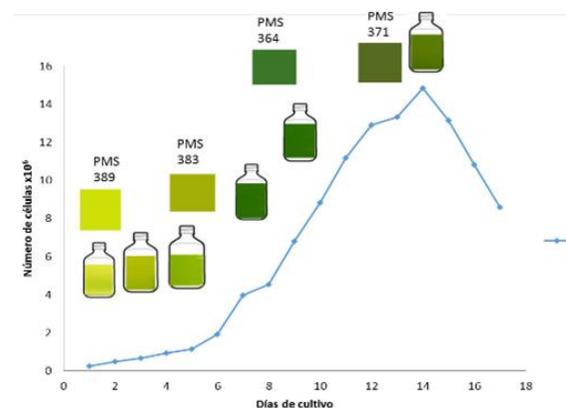




Figura 1. Tendencia en el crecimiento y los cambios observados en el color del agua de cultivo de *Chlamydomonas* sp. con base a la escala Pantone®.

La sedimentación originó una precipitación celular y una disminución en la coloración del cultivo en un tiempo mayor, pero fue a partir del día 8 donde no se registraron cambios significativos en el número de células en la columna de agua ($268,823.59 \pm 0.06 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$) ($P > 0.05$) (Figura 2). La conglomeración de la biomasa fue de 96 ± 2 en densidades cercanas a los $14 \times 10^6 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$. Además, por sus dimensiones (entre 10 y 20 μm) necesita un mayor tiempo de precipitación que microalgas de tamaño mayor (70 μm)¹⁵. Los resultados antes mencionados se relacionan con la velocidad de sedimentación, la densidad del cultivo y el tamaño de las mismas¹⁶.

La floculación fue el segundo método más rápido con una biomasa en la columna del agua de $9.78 \times 10^4 \pm 0.58 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$ al día cinco, cantidad que no varió significativamente posterior a ese día ($P > 0.05$), recuperando el 93 ± 6 % (Figura 3). Lo cual se debe a la acción del floculante en la formación de agregados más pesados al inducir la adherencia entre las células de algas por la repulsión electrostática entre las partículas coloidales y las fuerzas de Van der Waals^{17, 18, 19}. Algunos estudios con NaOH refieren que el tiempo de floculación se relaciona con la especie de microalga, la concentración y tipo de floculante⁸; y aunque mencionan una recuperación similar a la del estudio, la alcanzan en un tiempo menor a los cuatro días. Por lo cual es necesario evaluar diferentes concentraciones de NaOH en la floculación de *Chlamydomonas* sp. Asimismo, el floculante tuvo un efecto en la tonalidad del color, el cual pasó de un PMS 356 en la escala Pantone® hasta un PMS 375, probablemente por la degradación de los pigmentos presentes en la microalga, ya que en contacto con disolventes químicos son más lábiles y existe modificación de su estructura química o la destrucción del pigmento observando una decoloración y reducción del valor nutritivo²⁰. Resultados similares se han registrado en la especie *Nannochloropsis oculata* al aplicar sulfato de aluminio como floculante²¹.

El efecto de la centrifugación en el número de células (columna de agua y fondo del tubo cónico) y el color, no registraron diferencias significativas posterior a los cinco minutos a 4500 rpm ($P > 0.05$)

(Figura 4). La biomasa recuperada en el tiempo referido fue del 97 ± 1 % y el número de células en la columna del agua de $0.0000002675 \pm 9.735 \times 10^{-8} \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$. Los valores son similares a los mencionados por otros autores, quienes reportan el 95 % de recuperación en menos de 5 min entre 1000 y 2000 rpm^{22, 23}. La eficacia del método permite la recolección de metabolitos de alto valor (17) sin que lo limite el tamaño del alga o la densidad del cultivo. Aunque los costos en el proceso se elevan por el consumo energético del equipo (3.000 kW/ton) y las capacidades del volumen de centrifugación^{24, 25}, factores a valorar en la factibilidad del método para *Chlamydomonas* sp.

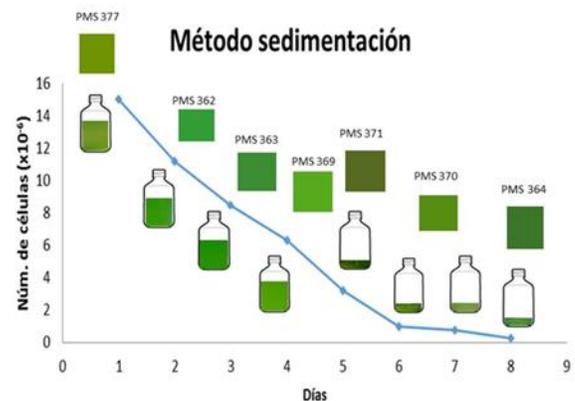


Figura 2. Tendencia en el número de células y cambio de color (escala Pantone®) en la columna del agua de *Chlamydomonas* sp. con el método de sedimentación.

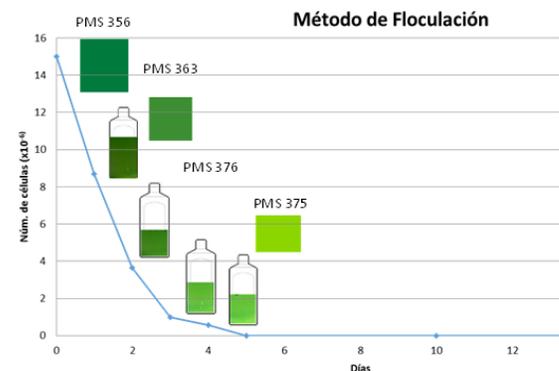


Figura 3. Resultados observados en la conglomeración y cambio de color (escala Pantone®) en la columna del agua con el método de floculación.

La biomasa seca de los métodos de floculación y centrifugación posterior a su molido atravesaron la malla del tamiz número 100, a diferencia de la biomasa seca derivada del método de



sedimentación (se retuvo el 30 %). Lo cual se relaciona con el mayor grado de dificultad durante la molienda por su textura granular. El color del polvo para la biomasa conglomerada por centrifugación y sedimentación se identificó con el tono 364 de la escala de Pantone®, mientras que el polvo derivado de la conglomeración por floculación se identificó con el tono 377.

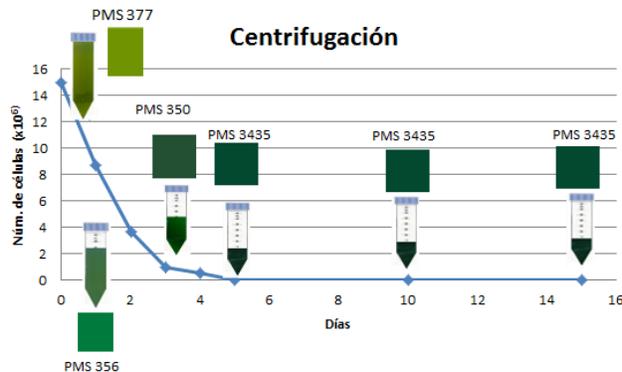


Figura 41. Resultados observados en la conglomeración y cambio de color (escala Pantone®) en la columna del agua con el método de centrifugación.

En cuanto al efecto del método de conglomeración en el contenido de biomoléculas se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para proteínas y carbohidratos ($P < 0.05$) (Tabla 1). Los máximos niveles de proteínas se registraron en la biomasa seca derivada de la centrifugación y sedimentación ($P = 0.0120$); y en los de floculación para carbohidratos ($P = 0.0285$). En lípidos no existe una diferencia estadística entre los métodos aplicados ($P = 0.2556$). Lo anterior se puede explicar debido a que el NaOH como sustancia polar tiene efectos en la integridad de las proteínas, produciendo una desnaturalización química. Esta característica no se aplica a los lípidos y carbohidratos, ya que son biomoléculas que responden de manera diferente a los compuestos inorgánicos polares²⁶. Los cambios en el contenido de moléculas orgánicas en los conglomerados derivados del método de separación son un aspecto relevante para su aplicación en diferentes industrias, ya que limitaría su aprovechamiento como fuente de proteínas y pigmentos en industrias como la alimentaria y farmacéutica^{20, 27}.

Tabla 1. Porcentajes promedio y desviación estándar (entre paréntesis) de las biomoléculas obtenidas en la biomasa algal seca conglomerada mediante el uso de tres métodos de separación.

	Proteínas	Carbohidratos	Lípidos
Centrifugación	41.68 ^a (1.63)	29.04 ^b (5.97)	28.27 ^a (6.61)
Sedimentación	39.16 ^a (6.27)	33.79 ^b (3.80)	24.14 ^a (1.05)
Floculación	24.66 ^b (1.10)	54.54 ^a (2.73)	22.57 ^a (0.60)

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas, donde a>b. Nivel de significancia 95 %. Seis repeticiones por tratamiento por variable dependiente.

CONCLUSIONES

Las diferencias en las características físicas y contenido bioquímico entre conglomerados obtenidos en los tres métodos de separación son derivados de los mecanismos propios de cada uno. La floculación a pesar de ser el segundo método más rápido en la sedimentación del alga *Chlamydomonas sp.*, el uso del NaOH como agente químico floculante disminuyó el contenido de proteínas, incremento el contenido de carbohidratos y es posible que modificara la estructura química del pigmento atenuando el color del conglomerado. En cuanto a la sedimentación y la centrifugación fueron los métodos que no registraron un impacto negativo en el contenido de proteínas y el color. Aunque la sedimentación tardó más tiempo en concentrar la microalga en el fondo del recipiente comparada con la centrifugación, este último es un método que pudiera tener a niveles masivos un gasto económico elevado. Por lo cual, el uso de algunos de los métodos de separación en la conglomeración de *Chlamydomonas sp.* dependerá del uso que se dará a la biomasa, las condiciones de operación y las necesidades de cada productor. Por ejemplo, los métodos de sedimentación y centrifugación se recomendarían si se requieren un conglomerado con valores superiores al 30 % de proteínas y que además mantenga la coloración típica de la microalga. Asimismo, para la selección entre alguno de estos dos métodos se deberá de considerar el tiempo que se requiera invertir en la conglomeración y si se cuenta con el equipo especializado para utilizar la centrifugación.





AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Lo autores del estudio agradecen al ITSOEH y CETAC 02 por el apoyo económico y de infraestructura proporcionados.

REFERENCIAS

1. Albarracín, I. (2007). XV Simposio Electrónico Internacional. Centro de Estudios Internacionales para el Desarrollo. Buenos Aires, Argentina.
2. Chisti, Y. (2007). Biodiesel From Microalgae Beats Bioethanol. *Trends In Biotechnology*. 26:126-131.
3. Abdel-Raouf, N. Al-Homaidan, A. A y Ibraheem, I.B.M. (2012). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences* 19: 257-275.
4. Rawat, I. Ranjith-Kumar, R. Mutanda, T. y Bux, F. (2011). *Applied Energy* 88: 3411-3424.
5. Prajapati SK, Kaushik, P. Malik A y Vijay, VK. (2013). Phycoremediation coupled production of algal biomass, harvesting and anaerobic digestion: Possibilities and challenges. *Biotechnology Advances* 31:1408-1425.
6. Ho, S.H., Chen, C. Y., Lee D. J., y Chang, J. S., (2011). A review. *Biotechnology Advances* 29:189-198.
7. Mendoza, O. E. M. y Hernández G. O. A. (2012). Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Ingeniero en Industrias Alimentarias. ITSOEH. México.
8. Nava-Gómez, B., Valenzuela-Espinoza, E., Sampedro-Ávila, J.E., Bonett-Calzada, B. y León-Mancilla, S. (2013). XX Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología del Mar, DGECyTM, del 1 al 4 de octubre en Los Cabos, B.C.
9. Sorokin, C. (1973). Dry weight, packed cell volume and optical density. 321-343. En: Stein, J.R. (ed.): Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurement. Cambridge University Press, Cambridge.
10. Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers y F. Smith. (1956). *Analytical Chemistry*, 28:350-356.
11. Lowry, H.O., N.J. Rosebrough, A. Lewis Farr y R.J. Randall. (1951). *Biological Chemistry*, 193:265-275.
12. Pande, S.V., R. Parvin Khan y T.A. Venkatasubramanian. (1963). *Analyt. Biochem.*, 6:415-423.
13. Bligh, E.G. y W.J. Dayer. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
14. Fogg, G. E. y Thake, B. (1987). The University of Wisconsin Press Third Edition EU A 126 pp.
15. Palomino, M.A, Estrada, F.C. y López, G.J. (2010). Microalgas: Potencial para la producción de biodiesel. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa. Inclusão Social e Energia, 149-157.
16. Muñoz, R. and Guieysse, B. (2006). A review, *Water Research* 40 (15):2799-2815.
17. Heasman, M., Diemar, J., O'Connor, W., Sushames, T. and Foulkes, L. (2000). A summary, *Aquaculture Research* 31 (8-9):637-659.
18. Halim, R., Danquah, M. K., y Webley, P. A. (2012). A review. *Biotechnology advances*, 30(3):709-732.
19. Montilla-Escudero, E. A. (2011). Gracilaria Verrucosa, Pontificia Universidad Javeriana Santa Marta Colombia.
20. Meléndez Martínez, A. J., Vicario Romero, I., y Mira, H. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos latinoamericanos de nutrición, 54 (2), 209-215.
21. Surendhiran, D. y M. Vijay. (2013). Study on flocculation efficiency for harvesting Nannochloropsis oculata for biodiesel production. *Int. J. Chem. Tech. Res.*, 5(4): 1761-1769.
22. Molina, E., J.F., F.G. Acien, Y. Chisti. (2001). *Journal Of Biotechnology*, 92:113-131.
23. Bermeo, C. (2011). Estudio del cosechado de cultivos de microalga en agua residual mediante técnicas de centrifugado. Universidad de Cádiz, España.
24. Knuckey, R. M., Brown, M. R., Robert, R., & Frampton, D. M. (2006). Production of microalgal concentrates by flocculation and their assessment as aquaculture feeds. *Aquacultural Engineering*, 35(3), 300-313.
25. Bosnjakovic, M. (2013). Biodiesel from algae. *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, 3(3):179-188.
26. Lehninger, A. L. (1995). Bioquímica. Barcelona: Ediciones Omega, S. A. de C. V.
27. Primo-Yúfera, E. (1995). Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria, Volumen 2. Editorial Reverté, S.A.





MICROENCAPSULACIÓN DE OLEORRESINA DE CÚRCUMA A PARTIR DE UNA EMULSIÓN ACEITE EN AGUA (O/W) MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN

Fabela-Morón, M.F.^a, Perea-Flores, M.J.^b, Belletini, M.B.^c

^aCONACYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Edo. De Jalisco. Unidad Sureste. Departamento de Tecnología Alimentaria. Parque Científico Tecnológico de Yucatán. Tablaje Catastral 31264, Km. 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. C.P. 97302 Mérida, Yucatán, México. mfabela@ciatej.mx / qa.miriamfabela@gmail.com

^bCentro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías-Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Microscopía Confocal-Multifotónica y Área de preparación de muestras. Ciudad de México, México, C.P. 07738

^cPrograma de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Depto. Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil. C.P. 19011.

Recibido 19 de Noviembre 2016; aceptado 20 de diciembre 2016

Palabras clave:

encapsulados,
microestructura,
funcionalidad

RESUMEN. El secado por aspersión es un método de encapsulación factible para la protección de ingredientes activos contra diferentes factores ambientales y que permite obtener encapsulados en forma de polvos, los cuales presentan propiedades características. En el presente estudio se utilizó el secado por aspersión como método de microencapsulación de oleorresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (o/w), empleando mezclas ternarias de diferentes materiales de pared: goma arábiga, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, de acuerdo a un diseño experimental de simple centroide. Se evaluó la estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulación, contenido de humedad, tiempo de rehidratación, tamaño de partícula, propiedades de fluidez y la microestructura de los encapsulados obtenidos. Los materiales de pared empleados en la encapsulación de oleorresina de cúrcuma proporcionaron alta eficiencia de encapsulación y propiedades de fluidez específicas en función de las condiciones de operación utilizadas.

Key words:

Encapsulated,
microstructure,
functionality

ABSTRACT. Spray drying is a feasible encapsulation method for the active ingredients against different environmental factors and allow to get encapsulates in a powder form, which present characteristic properties. In the present study was used the spray drying as an encapsulation method of curcuma oleoresin from an oil in water emulsion (o/w), arabic gum, inulin and whey protein concentrate, according to a simple centroid experimental design. Emulsion stability, encapsulation efficiency, moisture content, rehydration time, particle size, flow properties using a ternary blend of different wall materials and microstructure of the encapsulates obtained. The wall materials used in the encapsulation of curcuma oleoresin offers high encapsulation efficiency and specific flow properties in function of the operation conditions used.

INTRODUCCIÓN

La cúrcuma es una planta que pertenece a la familia de las Zingiberáceas, es de origen asiático y su rizoma es muy utilizado como condimento. Su principal ingrediente activo es la curcumina, componente responsable de su actividad antibacteriana, antifúngica, antiinflamatoria e inmunomoduladora. El principio activo y colorante (amarillo) de la

oleorresina de cúrcuma está asociado a la presencia de aceites esenciales, ácidos

grasos, curcuminoides y turmerina¹. Los curcuminoides son un grupo de compuestos fenólicos susceptibles de degradarse por acción de factores ambientales como la luz, oxígeno, pH y temperatura, además de presentar baja solubilidad en agua y puede llegar a limitar su uso tanto en alimentos como





en farmacia ², debido a ello la microencapsulación de la oleoresina de cúrcuma puede contrarrestar esta situación, mejorando su estabilidad y solubilidad en medio acuoso, facilitando su uso como pigmento natural en diversas aplicaciones en la industria alimenticia, farmacéutica y química ³.

La microencapsulación es una técnica que permite empaquetar ingredientes activos, materiales sólidos, líquidos o gaseosos, dentro de una capa protectora de material pared o agente encapsulante (biopolímeros), estas características proporcionan una barrera física de protección con propiedades hidrofílicas y/o hidrofóbicas. Entre los ingredientes que se pueden preservar se encuentran sabores, aceites esenciales, lípidos, oleoresinas, colorantes, pigmentos, entre otros ^{4, 5}. En el área de alimentos, las aplicaciones de la microencapsulación se centran en la protección contra factores como el calor y la humedad, con el fin de mantener su estabilidad y viabilidad bajo las condiciones de procesamiento, envasado, almacenamiento y distribución, lo cual ejerce un efecto en el sabor, aroma, estabilidad, valor nutricional y apariencia de productos ^{5, 6}.

Los procesos de encapsulación se dividen en químicos y mecánicos, dentro de los procesos mecánicos se encuentra el secado por aspersión, al ser el método más utilizado a nivel industrial desde principios del siglo XX, consiste en atomizar la solución, dispersión o emulsión que contiene al ingrediente activo y al material pared, el cual es deshidratada en forma de gotas muy finas a través de un aspersor tipo boquilla o disco rotatorio por medio de una corriente de aire caliente, dentro de una cámara de secado facilitando que el ingrediente activo presente en la emulsión quede atrapado en una película de agente encapsulante y permite obtener encapsulados en forma de polvos de geometría esférica y microestructura característica, relacionadas con tamaños de partícula entre 20 μm y 200 μm ^{6, 7}. La microencapsulación mediante secado por aspersión es apropiada para materiales volátiles y sensibles al calor, debido a que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es corto en comparación a otros métodos de secado ⁸.

Los materiales pared empleados como agentes encapsulantes son: almidones, maltodextrinas, dextranos, ciclodextrinas, carboximetilcelulosa, goma arábiga, goma de mezquite, goma guar, alginato de sodio, carragenina, ceras, parafinas, grasas, mono y diglicéridos, gelatina, proteína de soya, caseinatos, concentrados de proteína de suero de leche y caseína, éstos deben proporcionar la característica de formar una emulsión estable durante el proceso de secado por aspersión, además de poseer buenas propiedades reológicas, estabilizantes, emulsificantes y formadoras de película que faciliten la protección del ingrediente activo y que a su vez influyan en las propiedades físicas, mecánicas y de fluidez del encapsulado, con el fin de proveer la máxima protección al ingrediente activo ^{9, 10}. El objetivo del presente trabajo fue microencapsular oleoresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (o/w) mediante secado por aspersión, utilizando como materiales pared goma arábiga, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, para su posible aplicación como aditivo en alimentos y farmacia. Las pruebas empleadas para evaluar la calidad de los encapsulados obtenidos y del proceso fueron: estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulación, contenido de humedad, propiedades de fluidez, tamaño de partícula, tiempo de rehidratación y la microestructura.

METODOLOGÍA

Materiales. Para el desarrollo de la investigación se utilizó oleoresina de Cúrcuma proporcionada por la empresa Sensient Colors S.A. de C.V., goma arábiga (Droguería Cosmopolita S.A. de C.V., Ciudad de México), inulina (Nutriagaves de México, Jalisco), concentrado de proteína de suero de leche (Ingredientes Funcionales de México, Ciudad de México) y agua bidestilada.

Preparación de la emulsión y secado por aspersión. Se formuló la emulsión empleando una mezcla ternaria de goma arábiga, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, de acuerdo a un diseño experimental de simple centroide. Se preparó una dispersión al 20 %





de sólidos conteniendo la mezcla ternaria de materiales pared (40 g totales) y agua bidestilada (140 mL), para conformar la emulsión se adicionó la oleoresina de cúrcuma al 5 % respecto al material de pared y aceite de maíz (17.47 g) y fue emulsificada por medio de un homogenizador de cuchillas (Modelo MR30, Braun, México) durante 5 minutos hasta la completa dispersión de la oleoresina. La emulsión formulada fue secada por aspersión en un quipo con arreglo de boquilla en paralelo (modelo 8K2SRMA serie 193, Confad Industry, México), a una velocidad de alimentación de 40 mL/min y a una relación de temperatura de entrada/salida del aire de secado de 170°C/85°C¹⁰.

Estabilidad de la emulsión. Se evaluó midiendo la altura de la capa emulsificada con respecto al total de la emulsión por medio de una probeta graduada en función del volumen, en un tiempo de 2 h posterior a la formulación de la emulsión¹¹:

Rendimiento de encapsulación. El rendimiento de encapsulación para evaluar la eficiencia del proceso fue calculado a través de la Ec.1:

$$RE (m/m) = \left[\frac{MTC (g)}{OR (g) + MB(g)} \right] * 100$$

Ec. 1

Donde RE indica rendimiento de encapsulación, MTC masa de microcápsulas obtenidas, OR masa de oleoresina de cúrcuma y MB masa de biopolímeros.

Propiedades de fluidez. La densidad empacada, la densidad aparente y el índice de Carr fueron evaluados como parámetros de calidad de la fluidez de los encapsulados¹².

Tamaño de partícula. El tamaño de partícula de los encapsulados fue determinado mediante dispersión dinámica de luz, por medio del equipo Coulter Counter LS 230. La distribución del tamaño promedio de partícula fue analizada por medio del software LS32. La determinación fue por triplicado¹³.

Microestructura. La microestructura de los encapsulados se caracterizó por medio de un microscopio electrónico de barrido ambiental (QUANTA 3D FEG, FEI, E.U.A). Las muestras fueron colocadas en un portamuestras de MEBA con cinta adhesiva por ambos lados, éstas se cubrieron con oro en una Ionizadora (Desk II, modelo Denton Vacuum, E.U.A). Posteriormente la muestra se colocó en el microscopio a 2 kV para observar su microestructura¹⁴.

Contenido de humedad y tiempo de rehidratación. El contenido de humedad fue determinado gravimétricamente por el método AOAC 32.1.03 [14]. El tiempo de rehidratación fue determinado en 1 g de muestra disuelto en 40 mL de agua destilada a 25 °C por medio de un agitador magnético, para ello se determinó el tiempo requerido en el que los encapsulados se humectaron e hidrataron completamente^{10, 14}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede apreciarse en la Tabla 1, se muestran los resultados referentes a la evaluación de la estabilidad de la emulsión y las propiedades evaluadas en los encapsulados. La emulsión presentó alta estabilidad (80%) evaluada a las 2 h de ser formulada, lo cual indica que se mantuvo homogénea al realizarse el proceso de secado por aspersión, facilitando la obtención de los encapsulados en forma de polvos con un rendimiento de encapsulación del 73% bajo las condiciones de operación utilizadas. El contenido de humedad de los microencapsulados de cúrcuma fue del 2.85% (Tabla 1), el cual debe ser bajo para asegurar su calidad, debido a que a altos contenidos de humedad se afecta la estabilidad del material promoviendo la aglomeración y la humectabilidad de las partículas, el valor obtenido es consistente con lo reportado en mucílago de nopal secado por aspersión¹⁵.

El índice de Carr es un parámetro relacionado con la fluidez de los polvos, el cual involucra a la densidad empacada y aparente de los encapsulados, los cuales juegan un papel importante en el procesamiento, manejo y almacenamiento de los encapsulados en forma de polvos, en este sentido los valores





obtenidos pueden apreciarse en la Tabla 1, donde los encapsulados de oleoresina de cúrcuma presentan baja fluidez al presentar un valor de 35.91 % de Índice de Carr, lo cual está relacionado a la presencia del concentrado de proteína de suero de leche y goma arábica como materiales pared en la formulación de los encapsulados de oleoresina de cúrcuma y este valor expresa la capacidad de compactación o compresibilidad del polvo asociada a las fuerzas de cohesión, de Van der Waals y dipolo-dipolo que ejercen las partículas que conforman el polvo para interactuar y acomodarse entre sí.

Asimismo, los valores obtenidos de densidad empacada y aparente concuerdan con lo reportado en extracto de cáscara sagrada secado por aspersión¹². En este sentido, es crucial determinar los valores de la densidad de los microencapsulados obtenidos en forma de polvo, debido a que determinan las condiciones de fluidez durante el almacenamiento.

El tamaño promedio de partícula de los encapsulados osciló entre 2.5 y 22 μm . Los encapsulados presentaron en su microestructura partículas con superficie rugosa y lisa, además de la presencia de hendiduras, acorde a la microestructura de los materiales pared empleados en la formulación de los mismos y concuerda con lo reportado en extracto de agave secado por aspersión y en aceite de linaza microencapsulado con goma arábica y concentrado de proteína de suero de leche^{11, 14}.

El tiempo de rehidratación de los encapsulados fue de 10.2 minutos este valor está en función del tamaño de partícula, propiedades de fluidez y la microestructura, como puede observarse en la Figura 2, la formación de aglomerados de partículas influye en el tiempo en que los encapsulados se hidratan completamente y la presencia de hendiduras en su topología externa^{9, 10, 14, 15}.

Tabla 1. Propiedades evaluadas en Microencapsulados de oleoresina de cúrcuma

Propiedades	Microencapsulados
Estabilidad de la emulsión (%)	80.26 \pm 0.1
Rendimiento de encapsulación (%)	73.05 \pm 0.1
Contenido de Humedad (%)	2.85 \pm 0.1
Tamaño de partícula (μm)	2.5-22 \pm 2.8
Densidad empacada (g/mL)	0.38 \pm 0.1
Densidad aparente (g/mL)	0.59 \pm 0.1
Índice de Carr (%)	35.91 \pm 1.0
Tiempo de rehidratación (min)	10.2 \pm 0.1

Los valores representan el promedio de tres repeticiones y su desviación estándar

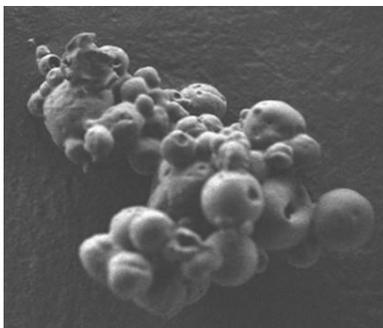


Figura 2. Microestructura de microencapsulados de oleoresina de cúrcuma. Microfotografías adquiridas por microscopía electrónica de barrido a 1000 X y 2 kV.

CONCLUSIONES

La microencapsulación de oleoresina de cúrcuma utilizando como materiales pared goma arábica, concentrado de proteína de suero de leche e inulina facilitó la obtención de encapsulados con un óptimo rendimiento de encapsulación, cuyas propiedades de fluidez están en función del contenido de humedad, geometría, tamaño promedio de partícula, densidad aparente y empacada, parámetros que son importantes evaluar debido a que





permiten determinar si el material pared puede mezclarse con otros ingredientes en polvo durante su procesamiento o si los encapsulados pueden almacenarse en un contenedor en almacenamiento, en su posible aplicación como aditivo en alimentos y farmacia.

REFERENCIAS

1. Mesa, M. D., Ramirez-Tortosa, M. C., Aguilera García, C., Ramirez-Bosca, A., & Gil Hernández, Á. (2000). Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* L. y de los cucuminoideos. *Ars Pharm*, 41(3): 307-321.
2. Cano-Higuita, D. M., Vélez, H. A. V., & Telis, V. R. N. (2015). Microencapsulation of turmeric oleoresin in binary and ternary blends of gum arabic, maltodextrin and modified starch. *Ciênc. e Agrotec*, 39(2), 173-182.
3. Wang, Y., Lu, Z., Wu, H., & Lv, F. (2009). Study on the antibiotic activity of microcapsule curcumin against foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol*, 136(1), 71-74.
4. Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Res Int*, 40(9), 1107-1121.
5. Parra Huertas, R. A. (2010). Food Microencapsulation: A review. *Rev Fac Nal Agr Medellín*, 63(2), 5669-5684.
6. López Hernández, O. D. (2010). Microencapsulación de sustancias oleosas mediante secado por aspersion. *Revista Cubana de Farmacia*, 44(3), 381-389.
7. Yáñez, J., Salazar, J., Chaires, L., Jiménez, J., Márquez, M., & Ramos, E. (2002). Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Avance y perspectiva*, 21, 313-319.
8. Desai, K. G. H., & Jin Park, H. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Dry tech*, 23(7), 1361-1394.
9. Saéñz, C., Tapia, S., Chávez, J., & Robert, P. (2009). Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chem*, 114(2), 616-622.
10. Pérez-Alonso, C., Fabela-Morón, M. F., Guadarrama-Lezama, A. Y., Barrera-Pichardo, J. F., Alamilla-Beltrán, L., & Rodríguez-Huezo, M. E. (2009). Interrelationship between the structural features and rehydration properties of spray dried manzano chilli sauce microcapsules. *Rev Mex Ing Quim*, 8(2), 187-196.
11. Carneiro, H. C., Tonon, R. V., Grosso, C. R., & Hubinger, M. D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *J Food Eng*, 115(4), 443-451.
12. Gallo, L., Llabot, J. M., Allemandi, D., Bucalá, V., & Piña, J. (2011). Influence of spray-drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cáscara sagrada) extract powder physical properties. *Powder Technol*, 208(1), 205-214.
13. Dimitrova, T. D., & Leal-Calderon, F. (2004). Rheological properties of highly concentrated protein-stabilized emulsions. *Adv in Colloid Interface Sci*, 108, 49-61.
14. Fabela-Morón, M. F., Porras-Saavedra, J., Martínez-Velarde, R., Jiménez-Aparicio, A., Arenas-Ocampo, M. L., & Alamilla-Beltrán, L. (2015). Physical-Chemical Properties and microstructure of agave powders obtained by spray drying. In *Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems* (pp. 345-351). Springer New York.
15. León-Martínez, F. M., Méndez-Lagunas, L. L., & Rodríguez-Ramírez, J. (2010). Spray drying of nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. *Carbohydr Polym*, 81(4), 864-870.





EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE EDULCORANTE EN LA ACEPTACIÓN DE UNA BEBIDA CON BERENJENA (*Solanum melongena* L.) Y SU CONTENIDO POLIFENÓLICO

Montufar-Serrano, E.^a, León-Corona, J.^a, Zúñiga-Olguín, J.^a, Quintero-Ocáriz, A.^a, Solano-Becerra, J. D.^b

^aDivisión de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior de Occidente del Estado de Hidalgo, Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México, C.P. 42700. telamonse@gmail.com

^bDepartamento de Biología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. C.P. 04510.

Recibido 7 de octubre 2016; aceptado 13 de diciembre 2016

Palabras clave:

Antioxidantes, natural, tendencias

RESUMEN. Una bebida es el acompañamiento necesario durante la comida, su principal constituyente es el agua además de ingredientes tanto naturales como artificiales, éstos le proporcionan características organolépticas particulares y pueden motivar su consumo. En la actualidad, en México el consumo de bebidas de menor contenido calórico es una recomendación por parte de la Secretaría de Salud, en estas bebidas se pueden utilizar edulcorantes o sustitutos del azúcar para disminuir enfermedades tales como obesidad y diabetes mellitus tipo 2 entre otras, por lo que ha aumentado la demanda de bebidas y alimentos preparados con ingredientes naturales con o sin edulcorantes sustitutos. El propósito de este trabajo fue desarrollar diferentes formulaciones de una bebida elaborada a base de pulpa de berenjena (*Solanum melongena* L.) con edulcorante sucralosa Splenda® ($M_1=0\%$, $M_2=2\%$ y $M_3=3\%$). Posteriormente, se realizó un análisis sensorial mediante pruebas de aceptación para cada una de las formulaciones obtenidas, resultando M_3 la formulación más satisfactoria. Además, debido a que a la pulpa de berenjena se le ha atribuido propiedades antioxidantes se evaluó el contenido polifenólico a la muestra M_3 , obteniéndose un valor de 0.1334 miligramos equivalentes de ácido gálico por mL (mgEAG/mL) garantizando su presencia; por lo tanto, esto podría representar un valor agregado como alimento funcional para esta formulación.

Key words:

Antioxidants, natural, trends

ABSTRACT. A beverage is the necessary accompaniment during the meal, its main constituent is water beside of natural or artificial ingredients, which provide particular organoleptic characteristics and can motivate their consumption. Currently in Mexico the consumption of beverages with lower caloric content is a recommendation by the Secretary of Health, in these beverages can be used sweeteners or sugar substitutes to reduce diseases such as obesity and diabetes mellitus type 2 among others, for which has increased the demand for beverages and foods prepared with natural ingredients with or without substitute sweeteners. The aim of this work was to develop different formulations of a beverage made from eggplant pulp (*Solanum melongena* L.) with sucralose sweetener Splenda® ($M_1=0\%$, $M_2=2\%$ and $M_3=3\%$). A sensorial analysis was performed by means of acceptance tests for each of the formulations obtained, resulting in M_3 the most satisfactory formulation. Also because the eggplant pulp has been attributed antioxidant properties additionally the polyphenolic content was evaluated to a sample of M_3 , obtaining a value of 0.1334 milligrams equivalent of gallic acid per mL (mgEAG / mL); therefore, it could represent an added value as a functional food for this formulation.

INTRODUCCIÓN

La industria de las bebidas desde el punto de vista económico juega un papel importante en el mercado, siendo un área de oportunidad para la inclusión de nuevos productos, pero hoy en día se ha convertido en un verdadero

reto el desarrollar nuevos productos, ya que además de brindarle al consumidor un sabor agradable, es fundamental que estas bebidas cumplan con otras necesidades tales como presentar un mínimo de contenido calórico¹.





Actualmente el consumo de las bebidas azucaradas contribuye a un exceso en la ingesta calórica y por tanto al aumento de peso, México ocupa los primeros lugares en índice de obesidad a nivel mundial. Por lo anterior en la mayoría de las poblaciones se tiende al consumo de alimentos con bajo índice calórico, naturales y con beneficios a la salud ². Es por ello, que generar nuevas bebidas a través del aprovechamiento de alimentos naturales frescos, que cuenten con diferentes propiedades es una excelente opción, además de una necesidad. Por lo que la berenjena (*Solanum melongena* L.) puede ser una de estas opciones, este fruto es un alimento que generalmente es poco consumido entre la población debido a su sabor, es una hortaliza que se clasifica como fruto, sus antepasados crecieron en la india, contiene vitaminas y minerales, ácido ascórbico, compuestos fenólicos antioxidantes (Figura 1) ³, en México se produce en varios estados como: Sinaloa siendo el mayor productor, seguido de Nayarit y posteriormente Morelos ⁴.



Figura 1. Fruta berenjena (*Solanum melongena* L.) cuya pulpa se utilizó en las bebidas formuladas en este trabajo.

Gracias a las propiedades que presenta este fruto, el objetivo de la presente investigación fue desarrollar una bebida con jugo de berenjena (*Solanum melongena* L.), de bajo contenido calórico empleando como edulcorante sucralosa Splenda® y zumo de limón (*Citrus latifolia*). Se realizaron tres formulaciones variando la concentración de edulcorante, las cuales se sometieron a un análisis sensorial mediante pruebas de preferencia, así mismo se evaluó la presencia y el contenido de polifenoles totales en la bebida con mayor aceptación.

METODOLOGÍA. Se utilizó un diseño experimental unifactorial completamente al azar, en donde se evaluó la variación de la concentración de edulcorante sucralosa Splenda® como variable independiente, sobre la respuesta de aceptación en la evaluación sensorial de 100 jueces, como variable dependiente. Adicionalmente, se determinó el contenido polifenólico en la bebida de mayor aceptación.

Selección de la materia prima.

Se seleccionaron berenjenas del género *Solanum melongena* L. y del limón (*Citrus latifolia*), con las siguientes características físicas y morfológicas, respectivamente: en el caso de la berenjena se eligieron aquellas de forma ligeramente curvada con una longitud de 14 a 25 cm de longitud y de 15 a 30 cm de ancho, su color de una tonalidad morado oscuro. Así mismo, el limón se eligió con una longitud de 3 a 6 cm, así como un ancho de 6 a 10 cm, con una tonalidad verde opaco, característica de dicho fruto, sin presentar daño físico, contaminación o putrefacción.

Elaboración de la bebida.

Las materias primas procedentes del mercado de Mixquiahuala de Juárez, Hgo., se transportaron al taller de frutas y hortalizas ubicado en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, edificio tres para su transformación. Se lavaron y desinfectaron ambos frutos con microdyn® (Tavistock Group México) de acuerdo a sus instrucciones, se molió la berenjena (*Solanum melongena* L.) en una licuadora (Osterizer, Modelo 465-42) y se extrajo su jugo. El limón (*Citrus latifolia*), se cortó y exprimió para la obtención de su jugo, así mismo estos dos jugos se filtraron; en el caso de la berenjena se utilizó un filtro prensa, y para el del limón con papel filtro Watman 5®. La preparación de las bebidas se efectuó de la siguiente manera: para M₁, se mezclaron 100 mL de jugo de berenjena con 5 mL de jugo de limón y 250 mL de agua purificada; para M₂, se disolvieron 5 g del edulcorante sucralosa Splenda® en 250 mL de la bebida M₁; y para M₃, se adicionaron 7.5 g de Splenda® en 250 mL de M₁. De tal manera, que así se obtuvieron las bebidas en





base a la concentración del edulcorante ($M_1=0$ %, $M_2=2$ % y $M_3=3$ %), a las cuales se les determino el pH y °Brix, se envasaron en botellas de vidrio limpias y se cerraron con cierre hermético. Por último, se pasteurizó a 85 °C por 15 minutos. En la Figura 2 se muestra de manera general el proceso para la preparación de la bebida con berenjena.

Evaluación sensorial.

Las formulaciones de bebidas M_1 , M_2 y M_3 , se sometieron a un análisis sensorial que se realizó a través de pruebas de preferencia a una muestra al azar de 100 estudiantes del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo y gente en general, considerados jueces no entrenados. Ellos contestaron una encuesta donde se les

pregunto su percepción sobre el sabor de las bebidas de berenjena (*Solanum melongena* L.), se evaluó a través de una escala de tres puntos, "1= No me gusta, 2=No me gusta ni me disgusta y 3=Me gusta", para determinar la formulación de mayor aceptación.

Evaluación de polifenoles totales.

Se determinaron fenoles solubles totales por triplicado de 3 muestras representativas de la bebida de mayor aceptación sin diluir a través del método colorimétrico Folin-Ciocalteu[®]. Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico. Las lecturas de las absorbancias se realizaron a 765 nm en un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda Bio 10 (Greenville SC, USA)⁵.

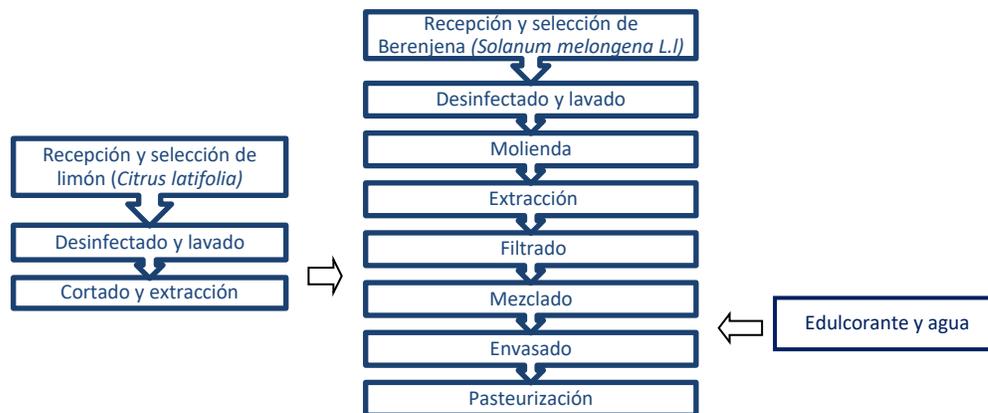


Figura 2. Diagrama del proceso de preparación de la bebida de berenjena.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las bebidas pueden ingerirse acompañando los alimentos o en el transcurso del día, en la actualidad debido al aumento en el consumo de bebidas azucaradas, ocasionan un aumento en la ingesta calórica como parte de la dieta, lo que representa un problema de salud pública en la población Mexicana, al incidir esta ingesta en el desarrollo de patrones de peso no saludable y en diabetes mellitus tipo 2¹. Como resultado de la preparación de las bebidas a base de berenjena y el edulcorante sucralosa Splenda[®], se obtuvieron tres bebidas de color marrón, ligeramente ácidas, de sabor dulce y frescas, a las cuales se les determino el pH y

los grados Brix como se muestra en la Tabla 1. El contenido de grados Brix alcanzó un valor promedio de 2 unidades en las tres formulaciones. De tal manera que, los sólidos solubles totales son bajos por el uso de edulcorante, ya que éstos están en proporción al contenido de azúcar⁶. Los valores de pH en las tres bebidas presentaron un valor promedio de 3.5, debido al aporte ácido del jugo de limón y en menor medida de la berenjena.

Evaluación sensorial

Los resultados determinaron que, M_3 presenta mayor aceptabilidad y una menor desaprobación ó rechazo frente a las otras





formulaciones (Figura 3). Estos resultados, se pueden explicar debido a una amplia aceptación por parte de los consumidores hacia los productos de bebidas dulces con respecto a bebidas simples o no edulcoradas¹. Este trabajo comprobó nuevamente esta consideración, la bebida con mayor concentración de sucralosa, incrementa su preferencia. Las bebidas sin azúcar y con sustitutos edulcorantes pueden ser una buena alternativa para los consumidores, como se ha sido sugerido⁷, en este caso M₃.

Tabla 1. Valores de pH y grados °Brix de bebidas formuladas con extractos de berenjena, limón con diferentes concentraciones de edulcorante Splenda®

Bebida	% sucralosa Splenda®	pH	°Brix
M ₁	0	3.57±0.03	2±0.06
M ₂	2	3.53±0.05	1.8±0.11
M ₃	3	3.51±0.1	1.8±0.05

Los resultados representan el promedio de tres determinaciones experimentales independientes, a partir de tres muestras de cada una de las formulaciones ± desviación estándar.

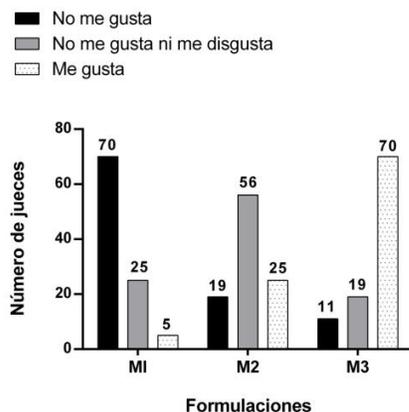


Figura 3. Respuesta de satisfacción de 100 jueces no entrenados en la valoración sensorial de las tres bebidas de berenjena.

El análisis sensorial, muestra que M₃ tiene una mayor aceptabilidad frente a las otras formulaciones con una aceptación del 70 % de los encuestados y con la desaprobación más baja del 11 %. Estos resultados apoyan la percepción de que lo que más se prefiere

es lo dulce en cuestión de bebidas, coinciden debido a que en el mercado generalmente las bebidas más dulces tienen mayor preferencia y su consumo es continuo¹.

Con respecto, al contenido de polifenoles totales en la bebida de mayor aceptación, M₃, la concentración promedio fue de 0.1334 mgEAG/ mL. La presencia de este tipo de compuestos en la bebida es de interés, debido a los beneficios que tienen los polifenoles en la salud humana, principalmente como antioxidantes^{8,9}. Las tres formulaciones antes y después de la pasteurización presentaron el mismo contenido polifenólico, es decir no tuvieron diferencia estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$) (datos no mostrados), ya que la base de estas formulaciones, es la misma con respecto a la fuente de este tipo de compuestos, que es la berenjena y en menor proporción el limón.

CONCLUSIONES

La bebida con mayor concentración del edulcorante M₃ presentó mayor aceptación y una menor desaprobación en el panel de jueces no entrenados, por lo que la bebida M₃ puede ser una excelente alternativa para los consumidores al emplear un edulcorante no calórico, debido a que no incidirá en el sobrepeso de los individuos debido a su consumo. Adicionalmente, el contenido de polifenoles proporcionados por la berenjena permiten darle un valor nutricional adicional a la bebida cubriendo parte de las necesidades actuales que los consumidores demandan.

REFERENCIAS

- 1 Rivera, J., Muñoz-Hernández, O., Rosas-Peralta, M., Aguilar-Salinas, C., Popkin, B. & Willett, W. (2008) Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 65(3): 208-237.
- 2 Vilca Llanos, M. (2015) Estado actual y perspectivas del uso de edulcorantes en bebidas alimenticias. Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.
- 3 Wagner, K. (2006) Berenjenas: Superando una injusta reputación. En: *Geneflow*, Bioversity International. Roma, Italia. ISBN-13: 978-92-9043-744-4. p.48.
- 4 Ramírez Farias, L. (1999) La berenjena, una hortaliza desconocida en nuestro país, pero con enorme vocación exportadora. *Claridades Agropecuarias*. 72: 3-17.





- 5 Stanojević, L., Stanković, M., Nikolić, V., Nikolić, L., Ristić, D., Čanadanovic-Brunet, J., & Tumbas, V. (2009) Antioxidant activity and total phenolic and flavonoid contents of *Hieracium pilosella* L. extracts. *Sensors*. 9(7): 5702-5714.
- 6 Suárez Moreno, D.X. (2003) Guía de procesos para elaboración de néctares, mermeladas, uvas pasas y vinos. Ciencia y Tecnología. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia. ISBN: 958-698-105-3. 6(15).
- 7 Calzada-León, R., de la Luz Ruiz-Reyes, M., Altamirano-Bustamante, N., & Padrón-Martínez, M. M. (2013) Características de los edulcorantes no calóricos y su uso en niños. *Acta Pediátrica de México*. 34(3): 141-153.
- 8 Calvo Bruzos, S. C., Gómez Candela, C., Royo Bordonada, M. A. & López Nomdedeu, C. (2012) Nutrición, salud y alimentos funcionales. Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. ISBN electrónico: 978-84-362-6219-3.
- 9 González-Lavaut, J. A., Montes de Oca-Rojas, Y. & Domínguez-Mesa, M. I. (2007) Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. *Revista cubana de plantas medicinales*. 12 (3).





METODOLOGÍA 9S's EN GRUPO SPRING

Islas-León J.^a, Castellanos-López L.Y.^a, y Sarabia-Lugo E.^a y Cano-Viveros Z.^a.

^aInstituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (División de Ingeniería Industrial), Paseo del Agrarismo 2000 Carr. Mixquiahuala-Tula Km 2.5, Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México, C.P. 42700. jil_167@hotmail.com

Recibido 08 de septiembre 2016; aceptado 19 de diciembre 2016

Palabras clave:

calidad, producción
ajustada, productividad
laboral

RESUMEN. Las empresas que quieren sobrevivir y superar a sus competidores deben aprender y reaprender para ajustarse al ritmo vertiginoso de las necesidades del mercado exponencialmente demandante. Un concepto clave es la Gestión de la Calidad Total (TQM) se desarrolla como un enfoque sistémico, en el que todas las personas de todas las áreas de la empresa son responsables por la calidad. En el mismo sentido, surge el concepto producción ajustada (Lean Manufacturing) definida como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de todo aquello que no agrega valor al proceso. Los pilares de Lean Manufacturing son la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación de desperdicios, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación del factor humano. En la empresa Grupo Spring S. A. de C. V. se implementa la metodología 9S's, una de las herramientas para la Gestión de la Calidad Total y Lean Manufacturing, esta herramienta está enfocada a implantar y mantener un sistema de orden y limpieza en la organización, requisito para que una empresa mejore y demuestre, estar preparada para generar cambios. Los resultados obtenidos al aplicarlas se vinculan a una mejora continua de las condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente. Para el desarrollo de la metodología de las 9S's, fue vital considerar las necesidades conjuntas de los estudiantes, docentes y empresa. De esta manera, se logra demostrar el fácil entendimiento de los estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo y de este modo demostrar el mejoramiento de la productividad laboral en Grupo Spring, elevando los niveles de aprendizaje de los futuros profesionales industriales.

Key words:

quality, lean
manufacturing, labor
productivity

ABSTRACT. The companies that want to survive and outperform its competitors should learn and relearn to adapt with the breakneck pace of the exponentially demanding market needs. One key concept is the Totally Quality Management (TQM), it develops as a systemic approach, where all people in all areas of the company are responsible of the quality. In the same way, the concept Lean Manufacturing appears, defined as a continuous and systematic process of identification and elimination of anything that does not add value to the process. The pillars of Lean Manufacturing are the continuous improvement, the total quality control, the elimination of waste, harnessing the full potential throughout the value chain and the participation of the human factor. In the company Grupo Spring S.A. de C.V. is implemented the 9S's methodology, one of the tools for the Total Quality Management and Lean Manufacturing, this tool is focused on implementing and maintaining a system of order and cleanliness in the organization, requirement for a company to improve and show that it is prepared to bring about change. The obtained results when methodology 9S's is applied, are linked to a continuous improvement of the quality, security and environmental conditions. For the development of the 9S's methodology, it was vital to consider joint needs of students, teachers and Company. In this way, it can prove the easy understanding of industrial engineering from Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo and prove the improvement in labor productivity in Grupo Spring, raising levels of learning of future industry professionals.

INTRODUCCIÓN

Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del papel importante que juegan, porque son quienes

valoran el producto. Los cambios de hábitos, estilos de vida y preferencias han transformado el panorama cultural, social y económico del mundo, obligando a las empresas a ser más flexibles, adecuar los





productos y servicios a la nueva realidad, con nuevas formas de distribución y todo ello apoyados en los tres aspectos fundamentales de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y coste ¹.

Para alcanzar el incremento en la competitividad, las empresas han optado por diferentes tácticas de innovación, este trabajo propone la implementación de la metodología original de 9S's (Tabla 1), cuyo nombre proviene de los términos en japonés: *Seiri* (separar), *Seiton* (organizar), *Seiso* (limpieza), *Seiketsu* (control visual), *Shitsuke* (disciplina),

Shikari (constancia), *Shitsukoku* (compromiso), *Seishoo* (coordinación) y *Seido* (estandarizar). Bajo este escenario es importante mencionar que muchas empresas estratégicamente aplican 5S's (*Seiri, Seiton, Seiso, Shitsuke, Seido*), pero con el fin de desarrollar planes de mejoramiento más integrales del ambiente de trabajo se consideran aplicar las otras 4S's (*Seiketsu, Shikari, Shitsukoku, Seishoo*) utilizadas para estimular al individuo con el propósito de que se mantengan los buenos hábitos.

Tabla 1. Metodología 9S's (modelo original japonés)

Relación	Nombre japonés	Significado	Propósito
Con las cosas	<i>Seiri</i>	Separar	Mantener solo lo necesario
	<i>Seiton</i>	Organizar	Mantener todo en orden
	<i>Seiso</i>	Limpieza	Mantener todo limpio
Con usted mismo	<i>Seiketsu</i>	Control visual	Cuidar salud física y mental
	<i>Shitsuke</i>	Disciplina y hábito	Mantener un comportamiento confiable
	<i>Shikari</i>	Constancia	Preservar los buenos hábitos
Con la empresa	<i>Shitsukoku</i>	Compromiso	Ir hasta el final en tareas y decisiones
	<i>Seishoo</i>	Coordinación	Actuar en equipo con los compañeros
	<i>Seido</i>	Estandarizar	Unificar a través de normas

Cada empresa puede elegir o definir sus S siempre y cuando éstas cumplan con los objetivos que se buscan. La estrategia o metodología de las 9S's puede considerarse como un principio básico para mejorar la vida laboral y hacer del sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. La clave de esta metodología es la sencillez con la que se puede implementar e involucra a todo el personal de la compañía. Permitiendo el logro a través del análisis de las condiciones, características y factores críticos en implementaciones exitosas, demostradas a partir de la eliminación de todo tipo de desperdicio, reduciendo tiempos de respuesta y originando una alta flexibilidad en sus procesos con el fin de incrementar la competitividad. Para lograr la implementación de la metodología se consultaron diversas fuentes de información, tales como modelos teóricos de diferentes autores de libros como Ohno ², metodologías teóricas ^{3,4,5} y sugeridas por diversos autores e instituciones, así como

modelos prácticos usados en diversas empresas. El objetivo general de este proyecto es implementar una metodología del sistema 9S's dentro de la empresa en estudio y como objetivos específicos, detallar los pasos desarrollados en la metodología y definir indicadores de medición para identificar las mejoras proporcionadas por la implantación, siguiendo la metodología de Villaseñor y Galindo ⁶.

METODOLOGÍA

La implementación de las 9S's en la empresa metal mecánica Grupo Spring S. A. de C. V. fabricante de resortes industriales, tiene el objetivo mejorar la productividad laboral en el área de producción y demostrar que en un periodo a corto plazo se obtienen resultados favorables. La ventaja que se tiene en considerar la idea original de la metodología japonesa 9S's es que sigue un proceso establecido de nueve pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de pocos recursos, la





adaptación a la cultura de la empresa y la condición de aspecto humano ¹. En Grupo Spring S. A. de C. V. se potencializa la colaboración de todos los involucrados para dar seguimiento a cada uno de estos nueve pasos y conseguir el objetivo planteado.

Fases de implementación de las 9S's

Separar o clasificar (*Seiri*). La primera de las 9S's significa separar o clasificar, es decir mantener sólo lo necesario para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consistió en separar lo que se necesita de lo que no y evitar elementos inútiles que originan desperdicios. Los beneficios del *seiri* se ven reflejados en aspectos como: liberación de espacio útil en área de trabajo, disminución de manipulaciones y transportes, aumento de la seguridad en el área de trabajo. Uno de los principales enemigos del *seiri* es "esto puede ser útil algún día", que conduce a acumular elementos que obstruyen y quitan espacio ¹. Al identificar este factor se fortalece la comunicación entre el equipo de trabajo, haciendo un balance en forma grupal para valorar la utilidad o no de cada uno de los elementos que intervienen en la distribución del área de trabajo (Figura 1).



Figura 1. Área de materia prima

Organizar (*Seiton*). Para poder organizar el área de trabajo y su entorno se identificó la disposición óptima de los elementos para que el flujo de las cosas sea constante y visible. Las cosas en uso constante se colocan cerca y a la mano, las utilizadas ocasionalmente deben mantener en áreas comunes de almacenaje y las usadas esporádicamente deben llevarse a almacén. Al mantener todo en orden se evita el bloqueo de los pasillos,

las herramientas, materiales y productos están claramente identificados en el lugar donde deben ser resguardados (Figura 2).



Figura 2. Pasillos

Limpieza (*Seiso*). Mantener limpia el área de trabajo y todo el entorno se fundamenta en eliminar las causas de la suciedad y en las de sus consecuencias. A través de la limpieza, se aprecia si existen fugas de cualquier tipo en una máquina, si hay tornillos sin apretar o si hay fugas de aceite y se destaca que debe atacarse el deshecho en la fuente, para que sea más fácil mantener el área de producción en estado limpio. Los beneficios del *seiso* se ven reflejados en aspectos como reducción del número de averías, un incremento de la vida útil de los equipos y un efecto multiplicador porque la limpieza tiende a la limpieza (Figura 3).



Figura 3. Limpieza en área de producción

Control visual (*Seiketsu*). La empresa debe cuidar que las áreas de trabajo estén diseñadas para que los servicios comunes de los empleados se mantengan en condiciones tales que propicie un ambiente sano para desarrollar todas sus funciones, propiciando de esta manera el bienestar personal. Los





controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y fácil de ver (Figura 4). Con esto solo se mantiene un sitio para cada cosa, y se podrá decir si una operación particular está trabajando en forma normal o anormal. Para tener evidencia de este paso se colocaron señalamientos de acuerdo a la NOM 026 de la STPS ⁷



Figura 4. Control visual

Disciplina y hábito (*Shitsuke*). La disciplina es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen ya sea a una comunidad, a la empresa o a nuestra propia vida; la disciplina es orden y control personal que se logra a través de un entrenamiento de las facultades mentales, físicas o morales. Su práctica sostenida desarrolla en la persona “disciplina” un comportamiento “confiable”. En este contexto el personal en la empresa tiene la tarea de convertir en hábito las actividades cotidianas y la utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el entorno laboral.

Constancia (*Shikari*). La constancia es la capacidad de permanecer en las resoluciones y propósitos de manera firme e inquebrantable. Es mantener el apego a los estándares en el tiempo, es decir, estar insistiendo una y otra vez sobre el cumplimiento de las reglas o estándares establecidos. La constancia es llevar a término los programas y las actividades de manera constante, sin desanimarse y enfocarse a la meta. La constancia es uno de los pasos más difíciles de controlar y mantener, por el hecho de que es poco tangible. Algunos puntos clave para lograr esta S es insistir una y otra vez

hasta lograr lo que se busca, tener voluntad de hacer las cosas y aceptar retroalimentación. La constancia hace que el esfuerzo se convierta en un círculo virtuoso.

Compromiso (*Shitsokoku*). El compromiso es una obligación contraída; es una palabra dada o empeñada con una idea, con alguna tarea, con alguien o con algo. La persona comprometida demuestra persistencia en el logro de sus fines. Se debe alentar el compromiso con todos los empleados de la empresa. Resulta muy complicado motivar al personal si no se genera confianza en él. Esta confianza se logra a través de actividades de participación activa entre todos los compañeros, así como al procurar mantener buenas condiciones en los baños, comedores y demás áreas comunes que rodean el área de trabajo y donde el trabajador pasa la mayor parte de su vida.

Coordinación (*Seishoo*). Coordinación se refiere al hecho de reunir esfuerzos tendientes a lograr un mejor ambiente laboral, deben participar todos los integrantes de la empresa. La alta administración crea los espacios de participación propiciando que diariamente se lleven a cabo reuniones al inicio de la jornada laboral, contribuyendo de esta manera a mejorar la integración del equipo de trabajo, factor decisivo para mejorar el ambiente laboral y como consecuencia lograr la satisfacción del cliente. Al implementar esta S la empresa logra obtener impactos en calidad, costo, entrega, seguridad, medio ambiente y moral.

Estandarización (*Seido*). La estandarización permite consolidar resultados cuando se han aplicado las primeras tres S's. La estandarización permite seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la selección o clasificación y el orden sean factores fundamentales. Estandarización es fijar especificaciones sobre algo a través de normas, procedimientos o reglamentos. La estandarización fija lugares donde deben estar las cosas y donde deben desarrollarse las actividades y en especial la limpieza e inspecciones de máquinas, equipos y área de trabajo. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y sencilla de hacer





cosas para todos, ya sea un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. Para implementar la estandarización se establecen normas, procedimientos que señalan como hacer ciertas cosas para conservar un ambiente laboral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de la metodología 9S's en la empresa Grupo Spring S.A. de C.V. surgió por iniciativa de un grupo de estudiantes de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH), para dar cumplimiento a sus actividades de aprendizaje y alcanzar las competencias establecidas, es decir elaborar un diagnóstico 9S's para mejorar las condiciones físicas y culturales de seguridad en la organización generando así, mejorar la productividad laboral; lo que dio como consecuencia resultados favorables para los involucrados en este caso docentes, estudiantes y empresa. El interrogatorio es el método más conocido de recopilación de datos nuevos⁸. Y es el método de recopilación de datos para analizar el impacto que se tuvo al implementar las 9S's. En la Figura 5 se muestra el resultado de una encuesta de diez preguntas aplicadas a 30 personas que laboran en Grupo Spring. Se identifica el número de personas que dio una calificación según su percepción del grado que mejor

describe o más se adecue según a los resultados de la implementación de la metodología 9S's.

Por lo anterior se conjetura que tomar la iniciativa de implementar la metodología, generó resultados positivos al ambiente laboral, disminución de pérdidas de tiempo para localizar cosas, mejor aprovechamiento de los espacios físicos, mejorado la calidad de los productos, entre muchas otras mejoras para la empresa. Es decir, el 65 % de las respuestas es siempre/muy satisfecho, el 33% generalmente satisfecho y el 2 % del personal es a veces/insatisfecho de mejoras con la implementación de la metodología. Estos logros se dan por la suma de voluntades por parte de los involucrados, en particular de las personas que diariamente llegan su área de producción con el objetivo de mejorar, la metodología 9S's es un proyecto de mejora continua que permite ir tan lejos como permita la capacidad de trabajo y la imaginación, es un programa vivo y sirve de base para implementar otros programas como Lean Manufacturing, Mantenimiento Productivo Total, Seis Sigma y Sistemas de Gestión de Calidad.

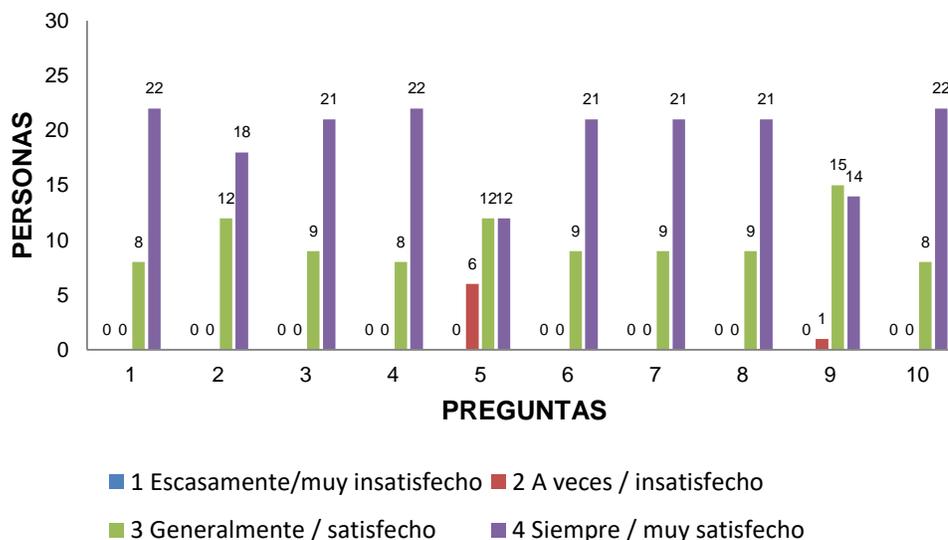


Figura 5. Calificación a Productividad laboral 9s's





CONCLUSIONES

Es importante destacar que la implementación de la metodología 9S's en Grupo Spring no generó gastos económicos, solamente se requirió del compromiso directivo y la concientización de cada empleado para identificar áreas de oportunidad mediante un análisis situacional y establecer metas de mejora continua. Esto a su vez ayuda a que los estudiantes vean el fruto de su esfuerzo con resultados favorables en corto plazo, motivando así, a que se interesen en implementar sus aprendizajes para apoyar a mejorar la productividad en cualquier centro de trabajo.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen ampliamente a los alumnos que tomaron la iniciativa para dar cumplimiento a sus actividades de aprendizaje. Del mismo modo un reconocimiento a todos los involucrados en Grupo Spring, por abrir sus puertas y facilitar el cumplimiento de los objetivos.

Y/O

REFERENCIAS

1. Rajadel, M, Sánchez J. L. (2010). Oportunidades de mejora: herramientas lean. En: *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Díaz de Santos. México. 48-66.
2. Ohno, T. (1978), Toyota Production System. Beyond Large Scale Production, EUA: Productivity Press
3. The Northwest Lean Networks (1998), NW Lean elements CD, consultado Octubre de 2016, disponible en: <http://www.nwlean.net/>
4. Crabill, J., E. Harmon, D. Meadows, R. Milauskas, C. Miller, D. Nightingale, B. Schwartz, T. Shields y B. Torrani, B. (2000), Production Operations Level Transition-to-Lean Description Manual, EUA: Center for Technology, Policy, and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology.
5. Shingo Prize for Excellence in Manufacturing. Application Guidelines (2007), Section II, Manufacturing Strategies & System Integration, part D, World Class Manufacturing Operations & Process. EUA: College of Business, Utah State University, consultado Octubre de 2016, disponible en: <http://www.shingoprize.org>
6. Villaseñor Contreras, A; Galindo Cota, E. (2011). Definición de cada una de las S. *Sistema 5 S's Guía de implementación*. Limusa: Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, 2011. México. 31-71
7. NOM-026-STPS-2008. Norma Oficial Mexicana. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. En: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5070081
8. Namakforoosh, N. N. (2003). El proceso de la investigación. En: *Metodología de la Investigación*. Limusa: Noriega Editores. México. 59-83.





ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA PERSONAS CON DIABETES



Jarillo-Nieto, P.I.^a, Pérez-Pérez, N.C.^b, Godínez-Jarillo A.M.^a, Porrás-Saavedra J.^b

^aDivisión de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México. C P. C.P. 42700. pjarillo@itsoeh.edu.mx

^bDivisión de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México. C.P. 42700.



Recibido 29 de Julio 2016; aceptado 1de septiembre 2016

Palabras clave:

hábitos alimenticios,
diabetes, Valle del
Mezquital, Hidalgo,
aplicación móvil

RESUMEN. Una de las fases más importantes de la Ingeniería de Software es la identificación de requerimientos de la aplicación a desarrollar. El conocimiento de los objetivos a alcanzar, el grupo de interesados en el software y los elementos técnicos necesarios, son aspectos elementales para marcar el curso de un proyecto tecnológico. En este trabajo se describe el proceso para la identificación de los requerimientos de una aplicación móvil que podría ayudar en el control y/o prevención de la diabetes, que es un padecimiento que aqueja a millones de personas en el mundo. México es uno de los 10 países que tiene mayor número de personas con este padecimiento y el estado de Hidalgo tiene una prevalencia alta de esta enfermedad. Como parte de la identificación de requerimientos, se presenta un análisis de los hábitos alimenticios de las familias del Valle del Mezquital, con la finalidad de mostrar un panorama general y tener un sustento para futuros trabajos que ayuden a formar a las personas con hábitos más saludables, ayudando a prevenir la aparición o prevalencia de la diabetes.



Key words:

Feeding habits
Valle del Mezquital, Hidalgo,
mobile app

ABSTRACT. One of the most important phases of software engineering is the identification of the application requirements to develop. Knowledge of the objectives to be achieved, the stakeholders and the necessary technical elements are elementary to provide a guide to a technological project. In this paper we describe the process for identifying the requirements of a mobile application that could help control and / or prevent diabetes, a condition that afflicts millions of people around the world. Mexico is on the list of the top ten countries with a significant number of adults with diabetes. Hidalgo, Mexico has a high prevalence of this disease. As part of the identification of requirements, was completed an analysis of the eating habits of families in the Valle del Mezquital, in order to show the big picture, and have information for future works to help train people with healthier habits, helping to prevent or control the prevalence of diabetes.



INTRODUCCIÓN

Decidir lo que se va a construir en una aplicación de software es la primera actividad en un proyecto de desarrollo y representa un arduo trabajo que, en algunas ocasiones, puede consumir una parte importante del tiempo total proyectado, pero juega una variedad de roles entre los diferentes implicados, por ejemplo, para el usuario final, representa el conocimiento exacto de lo que se va a entregar al final del proyecto, para los administradores, provee una base para calendarizar y medir el progreso; para los diseñadores, representa una guía de especificaciones; para los programadores, las salidas que se deben producir; y para el

departamento de calidad, el plan de pruebas y verificación¹. Entre las técnicas más comunes para identificar requerimientos se encuentra la entrevista, en donde el desarrollador se reúne con un experto en la materia y actúa como un negociador, interrogador o consultor, al tiempo que propone alternativas de solución. La información de las entrevistas se complementa con la observación, que es una técnica de etnografía, en donde un analista se acerca con un grupo de expertos para entender cómo llevan a cabo actividades cotidianas y cómo éstas afectan su contexto social².





Como parte del presente trabajo se realizó el análisis de requerimientos en torno a la diabetes con la finalidad de desarrollar una aplicación de software que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas con esta enfermedad. Se tiene conocimiento de que la diabetes es un padecimiento con un fuerte impacto en materia de salud en México, pues es el principal costo en el sector salud debido a las complicaciones de la enfermedad. A causa de este padecimiento se registran 90 mil muertes de forma anual y se estima que el ausentismo laboral es de más de 400,000 horas anuales. La prevalencia de diagnóstico médico previo de diabetes en Hidalgo es de 8.2%, esto es, 216,869 personas tienen diabetes, de los cuales el 93% es de tipo 2. Aunque es posible evitar el desarrollo de este tipo de padecimiento, uno de los principales retos para una persona en México es modificar hábitos y costumbres de alimentación, ejercicio y estilos de vida en general, conocidos como factores de riesgo asociados con la diabetes tipo 2³.

Del conocimiento de la realidad que se vive en el país y el estado de Hidalgo en materia de diabetes, se realizó una investigación sobre el tipo de herramienta de software que podría ser adecuada para uso de la población y se identificó, de acuerdo a la revista Radiografía del Consumidor⁴, en 2014 el número de usuarios de telefonía celular en Hidalgo fue de 2,584,542 de un total de 2,665,018 habitantes, según el censo de población y vivienda de INEGI⁵, es decir, el 97% de las personas cuenta con el servicio. Esta es la razón por la que se ha seleccionado el desarrollo de una aplicación móvil.

Las aplicaciones móviles fueron creadas inicialmente como herramientas de trabajo, sin embargo, el desarrollo y variabilidad de tecnología llevaron al surgimiento de una gama amplia de posibilidades para su uso. Un ejemplo de esto es el desarrollo de aplicaciones de salud, que ofrece un gran potencial de crecimiento, aprovechando las ventajas que ofrecen los dispositivos móviles. En este sentido, se han realizado estudios para conocer el impacto que representa el uso de este tipo de aplicaciones en el sector salud, como en⁶, en donde 95 apps fueron analizadas, además de las revisadas en estudios de investigación. Las apps resultaron ser una opción en la elección de estrategias de mejora y prevención de ciertas enfermedades

relacionadas con la nutrición, el ejercicio y los hábitos diarios, tanto desde el punto de vista individual, como por profesionales, sin embargo, el 51.57% de las apps analizadas se calificaron como "calidad baja".

Para identificar otras áreas de oportunidad que este proyecto de investigación debe considerar, se han analizado siete aplicaciones móviles dirigidas a personas con diabetes. Entre las más destacadas se encuentra *Sugar Sense - Diabetes App*, que permite realizar un seguimiento de diabetes tipo 1 o tipo 2 en cuanto a niveles de azúcar en sangre, glucosa, hemoglobina A1c (HbA1c), la insulina, la presión arterial, los carbohidratos y el peso. En España es ampliamente conocida *Glucómetro: Diabetes*, que utiliza un glucómetro con conectividad *Bluetooth* para facilitar la entrada de datos y llevar el registro de los niveles de glucosa, siguiendo la filosofía de *Mobile Health* y aprovechando las capacidades del sistema operativo *Android*, toda la información recopilada por el móvil puede ser compartida con un médico o familiares a través de *Google Health* o por correo electrónico. Algo muy similar es ofrecido por *OneTouch Reveal*, que recibe las mediciones de los niveles de azúcar desde el dispositivo glucómetro *OneTouch Verio@Sync Meter* y lleva un seguimiento de los momentos en que fueron tomadas las muestras.

En la India fue desarrollada *Diabetes Tracker*, desde la cual es posible generar un registro en Excel con los niveles de glucosa y enviarlo a un correo electrónico o almacenarlo en la memoria DSL, asimismo permite el registro de las comidas y ejercicios realizados. Por su parte, el Centro de investigaciones biomédicas August Pi i Sunyer desarrolló *Diabetes a la Carta*, que facilita el cálculo visual de carbohidratos, la planificación de menús y la elaboración de recetas saludables empleando el método del plato. En México, estudiantes del Tecnológico de Monterrey generaron *Next Vitae Solution*, la cual funciona con ayuda de un brazalete inteligente conectado a un dispositivo móvil para monitorear el estado de salud del paciente las 24 horas del día. Finalmente, se analizó la aplicación "Diabetes Contigo", impulsada y avalada por la Asociación Mexicana de Diabetes, que provee una guía educativa sobre el padecimiento, un recetario completo con ingredientes de baja ingesta calórica y un manual para interpretar las etiquetas





en productos industrializados; de todas las apps, es la única que realmente se alinea a las necesidades en la materia que existen en el País. Sin embargo, no provee de una interfaz interactiva y no facilita el seguimiento de actividades, su propósito es proveer de información. En la tabla 1 se muestra un resumen de las aplicaciones analizadas.

Se identificó que cuatro de las siete aplicaciones están escritas en un idioma diferente al español y tres de ellas tienen costo. Diabetes a la Carta ofrece una solución integral para el tratamiento de la diabetes en español, sin embargo, no está diseñada de acuerdo al tipo de alimentación y metabolismo de personas de nacionalidad Mexicana. La única aplicación alineada a los objetivos de salud mexicanos es Diabetes contigo, sin embargo, es necesario complementar la información que provee, con una interfaz interactiva y permitir el registro de actividades en virtud de propiciar los hábitos saludables. El objetivo del presente trabajo fue analizar los requerimientos para desarrollar una aplicación móvil dirigida a personas con diabetes, mediante la implementación de técnicas de ingeniería de requerimientos, tales como la entrevista, encuesta y reuniones con expertos.

METODOLOGÍA

La metodología para llevar a cabo el descubrimiento de requisitos de software se centró en cuatro fases: descubrimiento, exploración, recopilación e interpretación de resultados. En cada una se desarrollaron actividades con el enfoque de identificar las necesidades que debe cubrir la aplicación móvil, a fin de desarrollar una herramienta útil para las personas que padecen diabetes.

En la fase de descubrimiento se entrevistó a la Lic. Valeria Szymanski, subdirectora de programas de salud de la Asociación Mexicana de Diabetes. Para identificar la problemática respecto al tema central de la investigación se realizaron preguntas dirigidas, tales como ¿cuál es el principal reto en materia de diabetes en el País?, ¿qué tipo de estrategias se están aplicando para solucionar el problema?, ¿qué tipo de herramientas de software conoce para el seguimiento de los hábitos de autocuidado? Y ¿cómo difunde la información a las personas que

tienen diabetes?. Como complemento a esta entrevista, se asistió al evento “Actuando por la diabetes”, celebrado en el Senado de la República⁷, en donde representantes de las fundaciones Mídete y Chespirito, así como senadores y población en general, hablaron acerca de retos, propuestas y problemáticas de esta enfermedad. Se identificó que los usuarios potenciales de la aplicación que se pretende desarrollar son personas con diabetes tipo 2 y sus familias, así como cualquier persona que desee adoptar hábitos saludables para evitar la aparición de la enfermedad. El principal problema en materia de diabetes es la educación de la población.

La fase de exploración, se dedicó al establecimiento del plan de la investigación y los conceptos básicos. En esta fase se identificó y estableció el grupo de la población a estudiar, en este caso la población del Valle del Mezquital del estado de Hidalgo, el cual corresponde a 26 municipios del Estado. Se consideró un total de 867,051 habitantes, en 216,097 hogares⁸. Para determinar el tamaño de la muestra se considera la Ec. 1⁹:

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

Ec. 1. Determinar el tamaño de n.

Lo cual se ajusta si se conoce el tamaño de la población a la Ec. 2:

$$n' = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Ec. 2. Tamaño de la muestra.

Se tiene que N=216,097 hogares en el Valle del Mezquital, \bar{Y} =valor promedio de una variable que es 1 por que se considera un miembro en cada familia, Se=error estándar = .014, V= varianza de la población =(Se)², S₂ es la varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia de \bar{y} , $n' = S_2/V_2$, $S_2 = p(1-p) = .9(1-.9) = .09$, $V = (.014)^2 = .000225$, $n' = .09 / (.000196)^2 = 459.18$. Haciendo el ajuste de estos datos en la fórmula se obtuvo un tamaño de muestra 458.21 familias del Valle del Mezquital cuyo número se aproxima a 500, de las cuales se planteó entrevistar a un integrante.

En la fase de recopilación se aplicó el instrumento (encuesta) con una participación mayor a la estimada, 512 personas, miembros de





familias del Valle del Mezquital, de los municipios de Actopan, Ajacuba, Alfajayucan, El Arenal, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Chapantongo, Chilcuautla, Fco. I. Madero, Huichapan, Ixmiquilpan, Mixquiahuala, Nopala, Progreso de Obregon, San A. Tlaxiaca, Santiago de Anaya, San Salvador, Tasquillo, Tecozautla, Tepeji del Rio, Tepetitlán, Tetepango, Tezontepec de

Aldama, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan y Tula de Allende. El instrumento fue diseñado en la aplicación e-encuesta con un total de 11 reactivos, divididos en seis secciones: información personal, desayuno, comida, cena, aperitivos y alimentos típicos de la región.



Tabla 1. Aplicaciones en mercado para el seguimiento de autocuidado de la diabetes.

Aplicación	Autor y/o País de origen	Idioma	Ventajas	Desventajas	Costo
Sugar Sense - Diabetes App	MedHelp, Inc- Top Health Apps	Inglés	Es fácil de utilizar. Brinda acceso a artículos de interés con respecto a los hábitos de vida saludables. Proporciona gráficos con el seguimiento de los niveles de azúcar en la sangre, ingesta de carbohidratos o pasos caminados.	El contenido está completamente en inglés y emplea muchos términos médicos difíciles de interpretar.	No tiene
Diabetes tracker	Haryana. India.	Inglés	Permite almacenar la presión arterial. Muestra gráficos Provee variedad de herramientas para glucómetro, registros médicos y citas, ejercicio, recordatorios y gastos.	Algunas funciones solo están disponibles en periodo Trial, por ejemplo, los recordatorios para medir la glucosa o tomar medicina.	\$14.24 - \$96.48 por elemento
Glucometro: Diabetes	Francisco J. Belchi. España	Inglés	Informe estadístico. Muestra gráficos. Calculadora de insulina incluida. Proporciona dietas. Tiene sincronización con Google Health y conectividad Bluetooth.	El uso de la aplicación no es simple, requiere del uso de múltiples formularios.	\$24.85
OneTouch Reveal	LifeScan, Inc.	Inglés, francés, alemán, italiano, portugués y ruso	Genera reportes por 14, 30 o 90 días y un libro de registro de 365 días. Es posible compartir la información con GoogleHealt.	Sólo está disponible para usuarios de iPhone y iPad.	\$19.99
Next Vitae Solutions	Estudiantes del Tecnológico de Monterrey	Español	A través de la aplicación móvil tanto el paciente como su médico pueden ver el historial de dicho monitoreo en tiempo real	No está disponible para su descarga. Se desconoce qué tipo de brazaletes usa.	Se desconoce
Diabetes a la carta	Centro de investigaciones biomédicas August Pi i Sunyer (IDIBAPS) y la Fundació Alícia (Alimentación y ciencia), con la colaboración de ESTEVE.	Español	Es una aplicación integral, incluye herramientas como el método del plato, calculadora de hidratos de carbono y más de 150 recetas con información nutricional.	La lista de alimentos es muy limitada y no está pensada en el tipo de alimentación para personas de nacionalidad mexicana. Existe un módulo para aplicar el método del plato pero no se ajusta a lo descrito por la American Diabetes Asociacion (ADA).	Gratuita.
Diabetes contigo	Mega habilidades. Avalado por la Asociación Mexicana de Diabetes.	Español	Incluye un módulo integral de educación sobre diabetes, así como un manual para adoptar el plato del buen comer propuesto por la American Asociacion Diabetes. Es posible descargar un recetario y manual para la lectura de etiquetas de productos industrializados.	Aunque provee información valiosa sobre la diabetes, no incluye una interfaz interactiva que facilite el aprendizaje de hábitos de alimentación saludable.	Gratuita.

Aplicaciones para la vigilancia del autocuidado de la diabetes





En la primera sección se identificó la información personal: edad, sexo, municipio de procedencia, número de integrantes de la familia, número de personas que padecen una enfermedad crónica de qué tipo es el padecimiento.

En las secciones de desayuno, comida y cena se formuló una sola pregunta para conocer los alimentos consumidos por los participantes y se proporcionaron diversas opciones organizadas en categorías de bebidas, platillos, acompañamientos (pan, tortilla, etc.) y adicionales (azúcar, sal, miel, etc.). En la sección de aperitivos se brindaron opciones de alimentos consumidos comúnmente entre comidas, para que los participantes eligieran una o más. Para el llenado de las secciones mencionadas se motivó a los participantes a describir los ingredientes que utilizan en sus alimentos, especificar una o más opciones y se permitió especificar alguna que no se encontrara en la lista propuesta.

Todas las opciones fueron formuladas considerando los resultados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, que describe en qué tipo de alimentos gastan su dinero las personas en México¹⁰ y la disponibilidad de alimentos en los hogares mexicanos¹¹. La Figura 1 es un ejemplo del tipo de preguntas formuladas en la encuesta, en donde el usuario tenía la posibilidad de seleccionar más de una opción. Finalmente, en la sección de alimentos típicos de la región se solicitó la descripción de uno o más platillos típicos de la región que el participante consume con frecuencia.

En la fase de interpretación de resultados, se identificaron los alimentos más comunes en las categorías: desayuno, comida, cena, aperitivos y alimentos típicos de la región. A través de la categorización fue posible identificar los hábitos alimenticios en los tres momentos más importantes de la alimentación, así como lo que es más común en la región. Los resultados de esta fase son descritos en la siguiente sección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de requerimientos permitió conocer la problemática relacionada con la diabetes en el País, de manera particular en el estado de Hidalgo. La entrevista con expertos y la etnografía, muestran que el problema se

encuentra principalmente en la educación sobre el tema y, sobre los hábitos alimenticios de personas con este padecimiento o que están en riesgo de contraerla.

La investigación se dirigió concretamente en el Valle del Mezquital, ubicado en el estado de Hidalgo con 867,051 habitantes¹², el 70 % de sus habitantes viven en áreas urbanas y semiurbanas¹³. El 64 % de las personas cuentan con un nivel de estudios de educación básica, el 13 % con estudios de educación media superior y el 8 % con nivel superior¹⁴.

1. ¿Cuáles de estos alimentos consume en el desayuno?

Alimentos (especifique el tipo de preparación)	Acompañamientos
<input type="checkbox"/> Frijoles _____	<input type="checkbox"/> Pan dulce
<input type="checkbox"/> Huevo _____	<input type="checkbox"/> Pan tostado
<input type="checkbox"/> Frutas frescas _____	<input type="checkbox"/> Bolillo o telera
<input type="checkbox"/> Yogurt _____	<input type="checkbox"/> Galletas
<input type="checkbox"/> Cereal (especifique el tipo) _____	<input type="checkbox"/> Tortillas de maíz
<input type="checkbox"/> Tamales _____	<input type="checkbox"/> Tortillas de harina
<input type="checkbox"/> Queso _____	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _
<input type="checkbox"/> Antojitos mexicanos (especifique) _____	
<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____	

Figura 1. Ejemplo de una pregunta de la encuesta aplicada.

Durante la fase de interpretación se obtuvo que el 68 % de la muestra es conformada por mujeres y el 32 % de hombres. La edad de los participantes oscila entre los 21 y 50 años. Se identificó que las familias encuestadas se integran por 4 ó 5 personas. El 49 % de los participantes mencionó tener uno o más integrantes con enfermedades crónicas, siendo la diabetes con mayor incidencia (58 %). En contraste, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en el 2012, indicó que el 8.2 % de la población de 20 años fue diagnosticada con este padecimiento¹⁵.

Sin embargo, también se mencionaron otras enfermedades crónicas como artritis (8 %), cardiovasculares (7 %), asma (5 %), insuficiencia renal (3 %), desconocidas (19 %).

En la región del Valle del Mezquital existe una gran diversificación de alimentos consumidos: carne, cereales, oleaginosas y hortalizas (Tabla 2), esto debido a su alta disponibilidad resultado de las actividades primarias de la agricultura y ganadería¹⁴. Así como aspectos culturales tales como la convivencia social y tradiciones culinarias¹⁶.





Tabla 2. Alimentos consumidos entre los habitantes del Valle del Mezquital

Categoría	Nombre	Ocurrencias desayuno	Ocurrencias comida	Ocurrencias cena
	Café negro	276	--	223
	Leche	251	--	208
	Te	194	--	--
	Refresco	2	231	72
	Agua de fruta fresca	--	257	78
Bebidas	Pan dulce	299	--	34
Pan	Bolillo o telera	279	100	233
Tortillas	Tortillas de maíz	253	416	164
Cereal	Cereal con leche	215	--	2
Ingredientes para dar sabor	Azúcar	413	265	325
	Sal	217	285	128
	Salsa	158	238	87
Antojitos mexicanos	Gorditas	71	18	2
	Sopes	86	73	22
	Tacos dorados	84	46	64
	Tamales verdes	73	--	1
Aves	Caldo de pollo	--	140	--
	Caldo de pollo con verduras	--	--	67
	Carne de pollo con mole y arroz	--	103	--
	Barbacoa	--	56	--
	Mole verde	--	--	48
	Carne de pollo en salsa verde	--	40	--
Carne de res	Carne de res asada	--	28	--
	Carne de res en chile verde	--	66	--
	Bistec	--	73	--
	Carne de res en mole de olla	--	61	41
Frijoles	Frijoles de la olla	58	84	--
	Frijoles refritos	142	152	--
Frutas	Manzana	83	--	--
Huevo	Huevo con jamón	134	--	--
	Huevo estrellado	82	--	--
	Huevo revuelto con salchicha	72	--	--
Papas	Papas fritas	--	71	--
Pescado	Atún	--	56	2
	Pescado empanizado	--	67	--
	Pescado frito	--	54	29
Queso	Queso blanco	--	44	--
	Queso panela	--	41	--
	Queso Oaxaca	--	87	--
Sopas	Arroz blanco	--	116	--
	Arroz rojo	--	191	--
	Sopa aguada	--	149	--
	Espagueti	--	78	48
Tortas	Torta de jamón	--	68	--
Verduras	Caldo de verduras/ Sopa de verduras, verduras al vapor.	--	209	--
Yogurt	Yogurt con fruta	65	--	1
	Yogurt para beber	61	--	--





Durante el desayuno se acostumbra consumir huevo, frijoles, pan, tortillas, acompañados de café, leche o té. La ingesta de azúcar es alta en este tiempo comparado con la comida y la cena. Durante la comida se muestra un gran número de ocurrencias en el consumo: tortillas de maíz, frijoles, verduras, papas fritas, arroz blanco y rojo, sopa aguada, alimentos ricos en carbohidratos. Cabe destacar que este tiempo, es alto el consumo de sal. Por otra parte, en la cena se acostumbra incluir en la dieta principalmente tortilla y pan, alimentos caracterizados por su alto contenido en carbohidratos. Así mismo, en este tiempo es recurrente el consumo de azúcar y sal (Tabla 2).

Es importante mencionar que durante los tres tiempos de alimentación se incluyen productos con un alto contenido en lípidos y carbohidratos, por ejemplo gorditas, sopes, tacos dorados, papas fritas y huevo (Tabla 2). Este hecho podría atribuirse que de acuerdo a INEGI ⁵ el 70 % de los habitantes del Valle del Mezquital viven en áreas urbanas y semiurbanas, y de acuerdo a la encuesta realizada, buscan comida de fácil preparación. Así mismo, es importante destacar que durante el desayuno la ocurrencia en el consumo de carne de origen avícola y vacuno es nula, mientras que para la comida se detectó 339 y 228 ocurrencias en el consumo de este tipo de alimentos respectivamente a través de la preparación de diversos platillos. De acuerdo a García-Uriguen ¹⁷ los carbohidratos participan en un 64 % de las calorías que consume el mexicano, las proteínas 10 %. En 1966 los lípidos constituían el 18.1 % de la dieta y para el año 2000 su ingesta se incrementó a un 24.7 %, aunado a esta información se tiene que para el año 2008 el consumo anual por persona de este tipo de macromoléculas es de 25.8 kg ¹⁷.

El mismo patrón en la ingesta en el consumo de carbohidratos y lípidos se observa en los platillos más comunes descritos por los habitantes del Valle del Mezquital, se menciona en primer lugar la barbacoa de borrego, seguida de las carnitas, arroz rojo, pollo en penca con nopales y tamales (Tabla

3). Otro de los factores determinantes en el desarrollo de obesidad y sobrepeso es el consumo de azúcar de acuerdo a la ENSANUT ¹⁵, donde el consumo per cápita de azúcares totales en México fue de 364.5 kcal de las cuales 126.9 kcal fueron azúcares intrínsecos y 237.6 kcal de añadidos. Éstos aportan un 12.5 % de la ingesta total de energía en la dieta de los mexicanos. Por lo que con base a los resultados de la encuesta, se puede inferir que durante el desayuno el azúcar añadido es una fuente importante de kilocalorías.

Tabla 3. Alimentos típicos del Valle del Mezquital Hidalgo

Platillo	Ocurrencia
Barbacoa	45
Carnitas	36
Arroz rojo	35
Pollo en penca con nopales	34
Tamales	31
Arroz blanco	29
Mole	28
Sopa aguada	28
Enchiladas	27
Pozole	27
Chilaquiles	24
Tacos dorados	21
Pambazos	21
Escamoles	21
Chicharrón en salsa verde	19
Chapulines	19
Mole de olla	19

Durante la comida esta problemática se agrava, esto debido a que los habitantes además de añadir azúcar a sus bebidas, presentan el hábito de consumir refresco (Tabla 2). De acuerdo a García-Uriguen (2012) el consumo anual de refresco es de 153.8 litros por persona ¹⁷.

Entre comidas, la población del Valle del Mezquital consume fruta, sin embargo prevalece la ingesta de alimentos como dulces, galletas, frituras que dentro de su constitución se encuentran azúcares añadidos y lípidos, obteniendo un producto con alto aporte calórico y carentes de valor nutricional (Tabla 4).

Tabla 4. Aperitivos

Aperitivo	Ocurrencias
Fruta o verdura	248
Dulces	174
Yogurt	157
Galletas o pan dulce	156
Frituras (papas,	126





churros, etc.)

La intención de este estudio fue aportar información sobre los hábitos de consumo de alimentos por los habitantes del Valle del Mezquital Hidalgo, como un referente para el desarrollo de una aplicación móvil que permita controlar el consumo de las calorías.

Lo anterior con la finalidad de presentar una contribución en el combate al sobrepeso y la obesidad, enfermedades precursoras de la diabetes.

CONCLUSIONES

La información obtenida sirve como referente para realizar propuestas de alimentación saludable y ayudar a las personas en la formación de mejores hábitos alimenticios, con la finalidad de evitar la prevalencia o aparición de la diabetes. La propuesta de requisitos dentro de la Ingeniería de *Software* se ha completado, por lo tanto en trabajos futuros se propone la caracterización del aporte calórico de cada uno de los alimentos identificados en la encuesta. Esto será útil como un referente para crear una base de datos con los alimentos más comunes del Valle del Mezquital, que permitan desarrollar una aplicación móvil que contribuya al cuidado y prevención de la diabetes.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Un agradecimiento especial a Aleyda Viveros Hdez, Luis Fernando Moctezuma Aldana, Brianda Jiménez López y Roberto Pérez Ramos por su apoyo en la aplicación de instrumentos y tabulación de resultados.

REFERENCIAS

1. Faulk, S. (2013). Understanding Software Requirements. *Software Engineering Essentials*, 1-42.
2. Sommerville(2011), Ingeniería de Software. 9na. Edición. Edit. Pearson
3. Actuando por la Diabetes: Senado de la República. (2015). Senado de la República. Obtenido de

4. Merca2.0. Mercadotecnia publicidad medios. (2015). Radiografía del consumidor mexicano 2014. México. Recuperado el 03 de 2016, de http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/ResourcesNotes/Radiografia_Consumidor_Mexicano-2014.pdf
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Recuperado el 02 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx>
6. San Mauro Martín, I., González Fernando, M., & Collado Yurrita, L. (2014). Aplicaciones móviles en nutrición, dietética y hábitos saludables; análisis y consecuencia de una tendencia a la alza. *Nutr. Hosp.* , 30(1). doi:ISSN 0212-1611
7. Actuando por la Diabetes: Senado de la República. (2015). Senado de la República. Obtenido de <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/24475-2015-11-10-20-46-13.html>
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Consulta interactiva de datos. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de <http://www.inegi.org.mx>
9. Sampieri, R. (1997). Metodología de la investigación. Libro publicado por: MCGraw Hill.
10. ENIGH (2014). Encuesta Nacional De Ingresos y Gastos de los Hogares. Publicada en Julio, 2015. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2014/hcv/default.aspx>
11. Valencia-Valero R., Ortiz-Hernández L. (2014) Disponibilidad de alimentos en los hogares mexicanos de acuerdo con el grado de inseguridad alimentaria. *Salud pública de México / vol. 56, no. 2.*
12. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consulta interactiva de datos. http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/ Recopilado el 20 de febrero de 2016.
13. Cuentame, información por entidad. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=13> Recopilado el 26 de agosto de 2016.
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016). Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SINBAD) <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/> Recopilado el 26 de agosto de 2016.
15. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa, Hidalgo. (2013). (Instituto Nacional de Salud Pública) Obtenido de encuestas.insp.mx.
16. Vázquez Valle, I (2006). El patrimonio Intangible, investigaciones recientes y populares para su conservación.).
17. García Urigüen P. (2012). La alimentación de los mexicanos. Cambios sociales y económicos, y su impacto en los alimenticios. Cámara Nacional de la Industria de Transformación. CANACINTRA. México., pp. 195





IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO ZIGBEE EN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ACCESO



Roque-Ortiz J^a, Soto-Ortiz S^a, Salazar-Pérez P^a, Gaspar-Morales Y. E.^a, Hernández-Omaña T^a

^a División de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. México CP 42700.

saullisai123@hotmail.com

Recibido 19 de febrero 2016; aceptado 08 de septiembre 2016

Palabras clave:
domótica, edificios
inteligentes, ahorro
energético, TICs.

RESUMEN. *El gran avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su participación dentro de cada uno de los ámbitos de nuestras vidas permitir tocar temas como lo son edificios inteligentes, automatización, áreas inteligentes, domótica etc. Esto impulsado por tres grandes factores que son: cambios sociales, oportunidades de negocios y evolución tecnológica. Los motivos para este impulso son distintos, como lo es el aumento de seguridad, confort, y el ahorro energético, estos tres son los objetivos más importantes de la domótica.*

Key words:
home automation, smart
buildings, energy saving,
TICs.

ABSTRACT. *The breakthrough of information and communications technology (ICT) and their participation in each of the areas of our lives we have been allowed to touch topics such as intelligent buildings, automation, and intelligent automation areas etc. It is driven by three major factors: social, business opportunities and technological developments. The reasons for this momentum are different, as is increased safety, comfort, and energy savings these three are the most important objectives of home automation.*

INTRODUCCIÓN

Desde la creación del primer ordenador hasta el día de hoy se han desarrollado infinidad de soluciones para la integración entre los sistemas de información y los equipos de uso en el hogar, a esta integración se le ha nombrado en varias ocasiones como "Domótica". Es importante entender la definición correcta de esta palabra en este caso tomaremos como referencia dos definiciones la primera definición fue introducida en la década de los noventa en España por la palabra Domus que en latín significa "Casa y Hogar" y del griego Automática que significa actúa "autónomamente", segunda definición

proporciona la fundación Privada Institut Cerda: "Aquella en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre ellas a través de un bus domestico multimedia que las integra¹"

No se debe olvidar que la adición de las TIC en el hogar no define completamente la definición de Domótica, pero si hace una gran aportación para las condiciones necesarias que permiten considerar a las viviendas como domóticas o automatizadas, el uso de las TIC dentro de la Domótica permite que se cuente con sistemas integrados y a la vez estos



sistemas permiten que sean interactivos y a la vez permitan la interacción con nuevas tecnologías que día a día se van implementando e innovando, hoy en día el uso de las tecnologías inalámbricas y móviles hacen que la domótica tome parte de estas nuevas tecnologías y permitan su implementación en cada uno de sus sistemas integrados^{2,3}.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adopto la metodología de diseño de hardware Top-Down, que permite captar una idea con un alto nivel de abstracción, implementarla partiendo de la misma, y así detallándola en función de las necesidades (trabajo por módulos), que determina las ventajas de un diseño jerárquico. Que permite enfocar el diseño de una cerradura automatizada utilizando la tecnología Zigbee.

Zigbee es un estándar el cual define a una serie de protocolos para la creación de redes inalámbricas de cortas distancias y a baja velocidad, este estándar fue desarrollado por la alianza Zigbee en el año 2002. El protocolo que maneja Zigbee adopto el estándar IEEE 802.15.4, el cual tiene como objetivo principal:

- El bajo consumo energético
- Bajo costo de los dispositivos
- Corto alcance
- Velocidad de transmisión menor a los 250 kbps.

La gran innovación de Zigbee fue su gran escalabilidad, algo que el protocolo bluetooth no permite, ya que Zigbee utiliza topologías similares al protocolo 802.11 (Wifi), como se muestra en la Figura 1, estas topologías permiten la comunicación entre más de un dispositivo.

En lo correspondiente al emisor, y al receptor se utilizó la tecnología de arduino la cual es

una tecnología OpenSource que permite una excelente integración con cada uno de los sensores existentes en el mercado, y esto en si es una gran ventaja ya que algunos de éstos sistemas no permiten una excelente integración y a la vez permite la comunicación con el zigbee de este proyecto.

En la Figura 2 se propone el circuito para la cerradura diseñado en un entorno gráfico. Donde se utiliza Zigbee para la comunicación mediante el protocolo de comunicación anteriormente mencionado. Arduino permite la integración con este servo motor que realizará la tarea de abrir o cerrar la cerradura; por último, el LDC permitirá visualizar los cambios realizados por el servo motor.

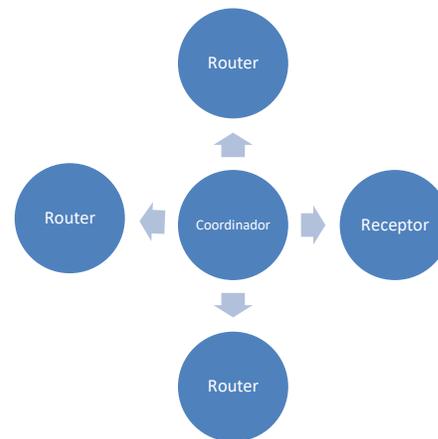


Figura 1. Topología tipo estrella

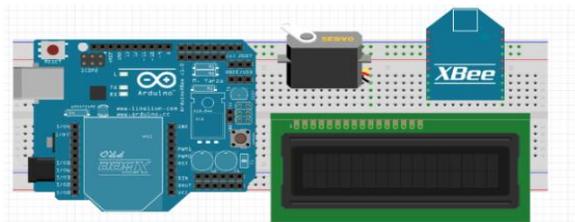


Figura 2. Propuesta del circuito

Primero se conectó el LCD que irá visualizando cada uno de los cambios





realizados en el circuito propuesto (Figura 3). Lo siguiente es la instalación de un servo motor, el cual permita realizar la tarea abrir y cerrar la cerradura.

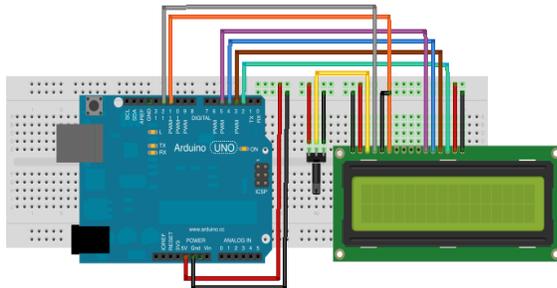


Figura 3. Conexión LCD con arduino

Por último, una vez realizada la conexión se integrara el módulo Zigbee en arduino, éste permite de su integración la utilización de un Shield que es el que establecerá la comunicación entre cada uno de los dispositivos.

Por consiguiente, es necesario realizar las configuraciones necesarias para la comunicación entre dispositivos ya que el protocolo Zigbee maneja topologías al igual que el protocolo 802.11. Las configuraciones a realizar se muestran en la tabla 1. Donde: PAN ID es el identificador de red, con un número de 0000 a 9999. SH es el número de identificador otorgado por el dispositivo. SL es la dirección única de cada uno de los dispositivos. DH es el mismo serial que el SH. DL es la ubicación de definición de con quien se realizará la comunicación de los dispositivos.

Tabla 1. Configuración del protocolo Zigbee

	Coordinador	Router
PAN ID	2520	2520
SH	13ª200	13ª200
SL	4089C6A3	4089C671
DH	13ª200	13ª200
DL	4089C671	4089C6A3
NI	COR	ROU

Una vez realizada la configuración de Zigbee, se carga la programación del sistema donde se determina el control de la cerradura con el siguiente código:

```
#include LiquidCrystal.h
#include Servo.h

LiquidCrystal lcd(9, 8, 5, 4, 3, 2);

Servo servoMotorObj;

int const potenciometroPin = 0;

int const servoMotorPin = 12;

int valPotenciometro;

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);

  servoMotorObj.attach(servoMotorPin);
}

void loop() {

  valPotenciometro =
  analogRead(potenciometroPin);
  valPotenciometro = map(valPotenciometro, 0,
  1023, 0, 180);

  servoMotorObj.write(valPotenciometro);

  lcd.clear();
  lcd.print("Servomotor");

  lcd.setCursor(0,1);

  if (valPotenciometro < 90) {
    lcd.print("Abierto");
  }
  if (valPotenciometro == 90) {
    lcd.print("Centro");
  }
  if (valPotenciometro > 90) {
    lcd.print("Lado izquierdo");
  }

  delay(30);
}
```

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de las aplicaciones anteriormente mencionadas se obtuvo que el protocolo funciona de manera correcta



durante su aplicación, su funcionamiento cumple con las condiciones establecidas.

Otro aspecto a considerar es el consumo energético del sistema, este es un consumo rentable, de 9 V, además es un consumo constante porque no tiene cambios drásticos durante su funcionamiento, Figura 4.

La idea de innovación es la utilización de estas nuevas tecnologías que permiten un ahorro energético bastante grande, en relación a estudios realizados por la Secretaria de Energía el consumo energético ha crecido bastante en los últimos años donde se duplico entre los años de 1975 y 2010⁴.

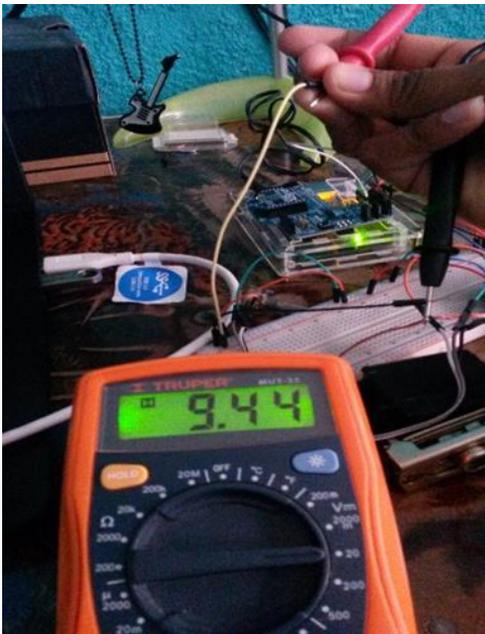


Figura 4. Mediciones de voltaje

Ya anteriormente se mencionó que las tecnologías utilizadas fueron desarrolladas con el único fin de ahorrar energía y su aplicación dentro de la domótica es funcional, ya que su integración con otras tecnologías como dispositivos móviles, y tecnologías web,

permiten el crecimiento de éstas dentro del área que se desean aplicar, caso contrario con algunos de los sistemas ya establecidos en el mercado que limitan su escalabilidad.

Como primer prototipo se utiliza energía eléctrica, pero se pretende que este utilice energía renovable para obtener un ahorro energético mayor al de cualquiera establecido en el mercado.

CONCLUSION

Los resultados demuestran que la implementación de este protocolo de comunicación funciona de manera correcta, y que el ahorro energético es considerable. Los usos de estas tecnologías permiten un excelente funcionamiento entre ellas.

Cabe mencionar que su eficiencia es buena y comparada con algunos de los sistemas existentes en el mercado y aun costo menor, su eficiencia en el uso diario no afecta el rendimiento del sistema. Debido a que, cada uno de los elementos no sufre gran desgaste en cada uso, por lo tanto, el tiempo de vida se incrementa.

REFERENCIAS

1. Junestrand, S., Passaret, X., & Vázquez, D. (2005). Domótica y hogar digital. Editorial Paraninfo.
2. Gálvez, M. (2003). La domótica en casa de un domótico. Historia de un interfaz de usuario. In Sostenibilidad, gestión y control en las construcciones del siglo XXI (pp. 107-110). Asociación Innova.
3. Navarrete Quiroz, J. L. (2005). Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la domótica (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2005).
4. García, J. A. (2011). La domótica KNX y la eficiencia energética.





APLICACIONES MÓVILES PARA ENFERMEDADES CUTÁNEAS; ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Godínez-Jarillo A.M.^a, Jarillo-Nieto, P.I.^a, Rendón-Mendoza L. de J.^a, Cruz-Calva L.Y.^a

^aInstituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Paseo del Agrarismo 2000. Carr. Mixquiahuala - Tula, km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. C.P. 42700. agodinez@itsoeh.edu.mx

Recibido 23 de octubre 2016; aceptado 19 de diciembre 2016

Palabras clave:

Aplicaciones móviles,
cáncer de piel, melanoma

RESUMEN. Actualmente la tecnología móvil a través de las aplicaciones (apps) brinda herramientas para la salud, educación, entretenimiento, entre otras. En el caso de las aplicaciones para la salud, se encuentran desde las informativas hasta las que permiten dar seguimiento a una enfermedad, como es el caso de las aplicaciones para la autoexploración y enfermedades de la piel. En este trabajo se presenta un análisis de funcionalidad de las aplicaciones móviles, en plataforma de PlayStore, enfocadas a enfermedades cutáneas, en específico cáncer de piel. A través de una investigación descriptiva se identificó que el 42.1% tienen como objetivo principal la prevención, el 26.3% evalúan el riesgo de una enfermedad maligna con técnicas de procesamiento de imagen, 21.1% igualmente ofrece el diagnóstico pero a través del envío de imágenes a un experto con un costo extra y el 10.5% restante combina el procesamiento de imagen y el envío de la misma. Se encontró que la mayoría de las aplicaciones carecen de validez y reconocimiento, lo que proporciona un panorama para el futuro desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Key words:

Mobile applications, skin
cancer, melanoma

ABSTRACT. Currently, the technology provides tools for health, education and entertainment through the mobile applications (apps). There are specific apps for health care, some of them are informative and others are for the monitoring of a disease, for example, applications for self-examination and skin diseases. This paper presents an analysis about the functionality of mobile applications related to skin cancer and that have been published in the PlayStore. Through a descriptive study we identified that 42.1% of the apps provided information to prevention, 26.3% provided a risk assessment to patients about the probability that a lesion was malignant or benign with techniques of image processing, 21.1% offered expert review of images, and finally 10.5% combines image processing and sending the image. We found that the majority of the applications are not supported by Health Institutions and that situation provides possibilities for the future development of this kind of applications.

INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos móviles ha venido en aumento en los últimos años facilitando el acceso a la información, herramientas de trabajo y de entretenimiento a través de internet. Un estudio realizado en 2013 por la empresa iabmexico sobre usos y hábitos de dispositivos móviles, encontró que más del 80% de las personas cuenta con un dispositivo móvil (teléfono celular, *Smartphone*, Tablet, videojuegos portátiles o mp3 con conexión a internet) y cuatro de cada diez usuarios cuentan con un teléfono inteligente o *Smartphone*. Mientras que el promedio de

descargas de aplicaciones (apps) es de 3 a 4 en un periodo de seis meses¹.

Las aplicaciones móviles brindan herramientas para la salud, educación, entretenimiento, entre otras, permitiendo al usuario generar conocimiento de una forma más innovadora y versátil. En el caso de las aplicaciones para la salud, se encuentran desde las informativas hasta las que permiten dar seguimiento a una enfermedad, como es el caso de las aplicaciones para la autoexploración y enfermedades de la piel.





Dentro de las enfermedades de la piel o cutáneas, se destaca el cáncer de piel, padecimiento que ha venido en aumento por factores como la excesiva exposición solar sin protección, el tipo de piel y factores genéticos². Datos de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, exponen que en los últimos 15 años los casos de cáncer de piel, en la capital, aumentaron en un 200 %³.

El cáncer de piel se define como “el crecimiento anormal, desordenado y destructivo de tejido que puede diseminarse a distancia (metástasis) y terminar con la vida del paciente”; carcinoma basocelular, carcinoma epidermoide y melanoma maligno, son los tumores malignos de piel con más frecuencia, siendo el melanoma maligno el de mayor mortalidad⁴. A nivel mundial cada año se diagnostican más de 13 millones de casos de cáncer de piel y se reportan más 65,000 muertes⁵. Uno de los métodos para detectar, en una etapa temprana, este tipo enfermedad es la autoinspección, que consiste en observar cambios o alteraciones en la piel a través de la denominada regla ABCDE (Asimetría, Borde, Color, Diámetro y Evolución/Elevación), la cual permite detectar cambios en el tamaño o coloración de lunares adquiridos en un período de tiempo⁶. Aplicaciones móviles han implementado esta regla para ayudar a los usuarios y posibles pacientes a llevar un seguimiento o registro sobre sus lunares o lesiones en la piel. Este tipo de aplicaciones móviles, enfocadas a la salud, son denominadas *mHealth* apps, la cuales tienen el objetivo de ser guía para el manejo de una enfermedad, una fuente de información, y permitir la monitorización del padecimiento por los profesionales de la salud a distancia⁷.

Dentro de la plataforma Android, de las aplicaciones enfocadas al cáncer, las de cáncer de mama y cáncer de piel presentan mayor prevalencia, con un 23.5 % y 9 % respectivamente⁸. Por otra parte, en *Apple Store*, un estudio en 2015 identificó 39 aplicaciones enfocadas al cáncer de piel, donde se destacó que 9 de ellas evaluaban el riesgo de una enfermedad maligna a través del envío de imágenes a expertos, 4 valoraban el riesgo de cáncer de piel del tipo

melanoma, y ninguna de ellas contaba con alguna validación o regulación⁹.

Debido al aumento en el uso y desarrollo de aplicaciones para la salud, organizaciones internacionales como la Agencia Americana de Medicamentos (FDA) publicó en 2013 una guía donde establece criterios de calidad y recomendaciones para su desarrollo, asimismo establece que toda aquella aplicación que ponga en riesgo la integridad del paciente deberá ser regulada¹⁰. El Programa de Certificaciones de Aplicaciones para la Salud (HACP), disponible solo para el mercado de aplicaciones en Estados Unidos, brinda certificaciones en base a la evaluación de la calidad de la información proporcionada dentro de la aplicación¹¹.

En este trabajo se analizan las características de las aplicaciones móviles con mayor número de descargas y valoración positiva por parte del usuario en *PlayStore*, destinadas al diagnóstico y seguimiento del cáncer de piel, así como su fiabilidad a través de la documentación y estudios publicados al respecto.

METODOLOGÍA

La metodología que se siguió para este estudio descriptivo se basó en tres etapas: búsqueda, selección y elaboración de ficha informativa. Cada fase es descrita a continuación.

Búsqueda: en la plataforma de *PlayStore*, a través de palabras de búsqueda como cáncer de piel, enfermedades de la piel, lunares, melanoma, diagnostico melanoma y skin cancer, se localizaron todas aquellas aplicaciones que en su sección descripción estaban relacionadas con el diagnóstico y seguimiento del cáncer de piel. De igual manera se localizaron todas aquellas aplicaciones mencionadas en artículos de periódicos y revistas online.

Selección: De todas las aplicaciones encontradas se seleccionaron aquellas con valoración positiva por parte del usuario, en la sección de comentarios, y con más de 1000 descargas. Se excluyeron aquellas con contenido publicitario, juegos, o que solo proporcionaban información general sobre





enfermedades de la piel o términos dermatológicos.

Ficha informativa: para cada aplicación se elaboró una ficha informativa con datos como nombre de la aplicación, nombre del desarrollador, fecha de actualización, idioma, costo y tipo, de este último se establecieron tres rubros: informativa, procesamiento al instante o envío de imagen. Se categorizaba como informativa, si la aplicación proporcionaba de manera detalla información sobre el cáncer de piel, tipos, prevención y/o autoinspección; procesamiento al instante, si ofrecía la posibilidad de evaluar el riesgo de padecer una enfermedad maligna a partir de una imagen adquirida con el propio dispositivo, o bien, envío de imagen si la aplicación ofrecía la posibilidad de enviar una imagen a un experto para un diagnóstico o evaluación de la lesión.

Cada aplicación se instaló en un teléfono inteligente con Android para analizar su funcionamiento y características: nombre del desarrollador, fecha de actualización, idioma, costo, descripción, referencia con investigaciones publicadas y reconocimiento por instituciones de salud. La información se anexó a la ficha informativa. Una vez que se completó la ficha, se procedió al análisis de las aplicaciones, que se describe en la siguiente sección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de los lineamientos de búsqueda establecidos en la metodología, en *PlayStore* se encontraron aproximadamente 43 aplicaciones relacionadas al cáncer de piel, de las cuales se seleccionaron 19 que cumplían con el criterio de mayor número de descargas; 3 de ellas contaban con referencias en otros sitios web (sitios de noticias). La tabla 1, presenta el panorama de las tendencias encontradas a partir de la ficha informativa de cada aplicación. Se encontró que 52.63 % de ellas se actualizaron recientemente, mientras que del 15.79 % su actualización fue en 2013 o anteriores. En cuanto al costo el 26 % maneja versiones gratuitas y de paga, esta última proporciona acceso a más características de la aplicación. 79 % de las aplicaciones están en idioma inglés y solo el

10.5 % cuenta con versiones en inglés y español.

Con lo que respecta a la funcionalidad principal identificada, 42.1 % estaba enfocada a proporcionar al usuario información precisa sobre el cáncer de piel, prevención y autoinspección; 26.3 % cuenta con la función de procesamiento de imagen para dar un diagnóstico o evaluación de la lesión, de las cuales solo 2 especifican utilizar un algoritmo basado en la regla ABCDE, las restantes no lo mencionan; 21.1 % estaba enfocada al envío de imágenes, a través de aplicación, a un experto para su análisis y diagnóstico; el 10.5 % restante combina el procesamiento de imagen y el envío de la misma.

Por otra parte, solo una aplicación, correspondiente al 5.3 %, está respaldada por profesionales de la salud, la cual fue desarrollada por dermatólogos de la Universidad de Alcalá de Henares (UAH) en España¹², a la vez que ha sido mencionada en publicaciones por la fiabilidad de la información y las herramientas ofrecidas para fomentar una cultura en cuanto al cuidado y prevención de cáncer de piel; asimismo, tres de las aplicaciones, 26 %, que procesan imágenes han sido mencionadas en publicaciones como proyectos en vías de desarrollo para el posible diagnóstico de cáncer de piel.

En las aplicaciones analizadas es posible encontrar herramientas para la autoinspección o autocontrol, es decir, cuentan con la opción de llevar un registro de todas aquellas zonas de la piel donde el usuario presenta lesiones o lunares, así como un histórico de imágenes de dicha zona; sin embargo, es notable que carecen de una regulación y del respaldo de un médico especialista. Bajo este panorama, se encuentran investigaciones que demuestran la falta de regulación en este tipo de aplicaciones^{13,14}.

En cuanto a la eficacia de los algoritmos de procesamiento de imágenes, implementados en algunas aplicaciones, no se encontró información sobre su precisión diagnóstica, sin embargo, un estudio en 2013 encontró que 3 de 4 aplicaciones clasificaban de manera





incorrecta las lesiones malignas o benignas de
la piel ¹⁵.





Tabla 1. Análisis de las aplicaciones

Característica	Porcentaje	Característica	Porcentaje
Última actualización		Funcionalidad principal	
<=2013	15.79 %	Informativa	42.10 %
2014	21.05 %	Procesamiento de imagen	26.30 %
2015	10.53 %	Envío de imagen	21.10 %
2016	52.63 %	Combinación de funcionalidad	10.50 %
Costo		Respaldo por profesional de la salud	
Gratis	73,68 %	Si	5.30 %
De Paga	0.00 %	No	0.00 %
Ambas modalidades	26.30 %	No especificado	94.70 %
Idioma		Mención en publicaciones	
Ingles	79.00 %	Si	26.00 %
Español	10.50 %	No	0.00 %
Ambos	10.50 %	No especificado	74.00 %

Fuente propia, 2016

CONCLUSIONES

A través del análisis de las características de las aplicaciones móviles enfocadas al cáncer de piel, disponibles en la plataforma Android, se identificó que del total de aplicaciones cuya descripción hacía referencia al cáncer de piel solo el 44% proporcionaban información precisa o alguna herramienta para la autoinspección o el diagnóstico. Por otra parte se encontró que la mayoría de ellas carece del respaldo de un profesional de la salud y las que ofrecen la posibilidad de un diagnóstico implican un costo extra para el usuario, además de que no hacen mención si han sido aprobadas para su uso por una organización reconocida en temas de salubridad.

La información presentada en este documento da pauta para identificar las necesidades o mejoras en este tipo de aplicaciones, con el fin de desarrollar una *mHealth* app que permita apoyar al usuario en el seguimiento y posible diagnóstico de enfermedades cutáneas malignas, a través de la regla de autoinspección ABCDE.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento especial a María de los Ángeles Cruz García, Dania Isareth López

Y/O

Rosas y Mercedes Godínez Calva, por su apoyo en la búsqueda y análisis de las aplicaciones.

REFERENCIAS

1. Estudio de usos y hábitos de dispositivos móviles en México. labmexico. Recuperado el 19 de julio de 2016 de <http://www.iabmexico.com/wp-content/uploads/2016/02/IABMx.Estudio-UHMobile2013.pdf>
2. Fabbrocini, G., Triassi, M., Mauriello, M. C., Torre, G., Annunziata, M. C., De Vita, V., & Monfrecola, G. (2010). Epidemiology of skin cancer: role of some environmental factors. *Cancers*, 2(4), 1980-1989.
3. Pérez, L. (2016) Se duplican casos de cáncer de piel en los últimos 15 años. Excelsior. Recuperado el 9 de agosto de 2016 de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2016/03/28/1083241>
4. Muñoz, O., Merchán, M., Coello, M., León, V., & Espinoza, T. (2002). Prevención de enfermedades de la piel.
5. Información sobre el cáncer de piel. Skin Cancer Foundation. Recuperado el 19 de julio de 2016 de <http://www.cancerdepiel.org/>
6. Darrell S. Rigel, Julie Russak, Robert Friedman. (2010). The Evolution of Melanoma Diagnosis: 25 Years Beyond the ABCDs. *CA Cancer J Clin* 60, 301-316
7. Kay, M., Santos, J., & Takane, M. (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies. *World Health Organization*, 64(7), 66-71.
8. Collado-Borrell, R., Escudero-Vilaplana, V., Ribed-Sánchez, A., Ibáñez-García, S., Herranz-





- Alonso, A., & Sanjurjo-Sáez, M. (2016). Smartphone applications for cancer patients; what we know about them?. *Farm Hosp*, 40(1), 25-35.
9. Kassianos, A. P., Emery, J. D., Murchie, P., & Walter, F. M. (2015). Smartphone applications for melanoma detection by community, patient and generalist clinician users: a review. *British Journal of Dermatology*, 172(6), 1507-1518.
 10. Patel, B. (2014). Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. Recuperado el 19 de julio de 2016 de <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM263366.pdf>
 11. Boulos, M. N. K., Brewer, A. C., Karimkhani, C., Buller, D. B., & Dellavalle, R. P. (2014). Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online journal of public health informatics*, 5(3).
 12. FotoSkin. Recuperado el 19 de julio de 2016 de <http://fotoskinapp.com/>
 13. Chadwick, X., Loescher, L. J., Janda, M., & Soyer, H. P. (2014, January). Mobile medical applications for melanoma risk assessment: False assurance or valuable tool?. In 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, 2675-2684. IEEE.
 14. Finnane, A., & Soyer, H. P. (2015). Smartphone diagnosis of skin cancer: there's not yet an app for that. *British Journal of Dermatology*, 172(6), 1474-1475.
 15. Wolf, J. A., Moreau, J. F., Akilov, O., Patton, T., English, J. C., Ho, J., & Ferris, L. K. (2013). Diagnostic inaccuracy of smartphone applications for melanoma detection. *JAMA dermatology*, 149(4), 422-426.



<http://reingtec.itsoeh.edu.mx>

ISSN: 2448-7198