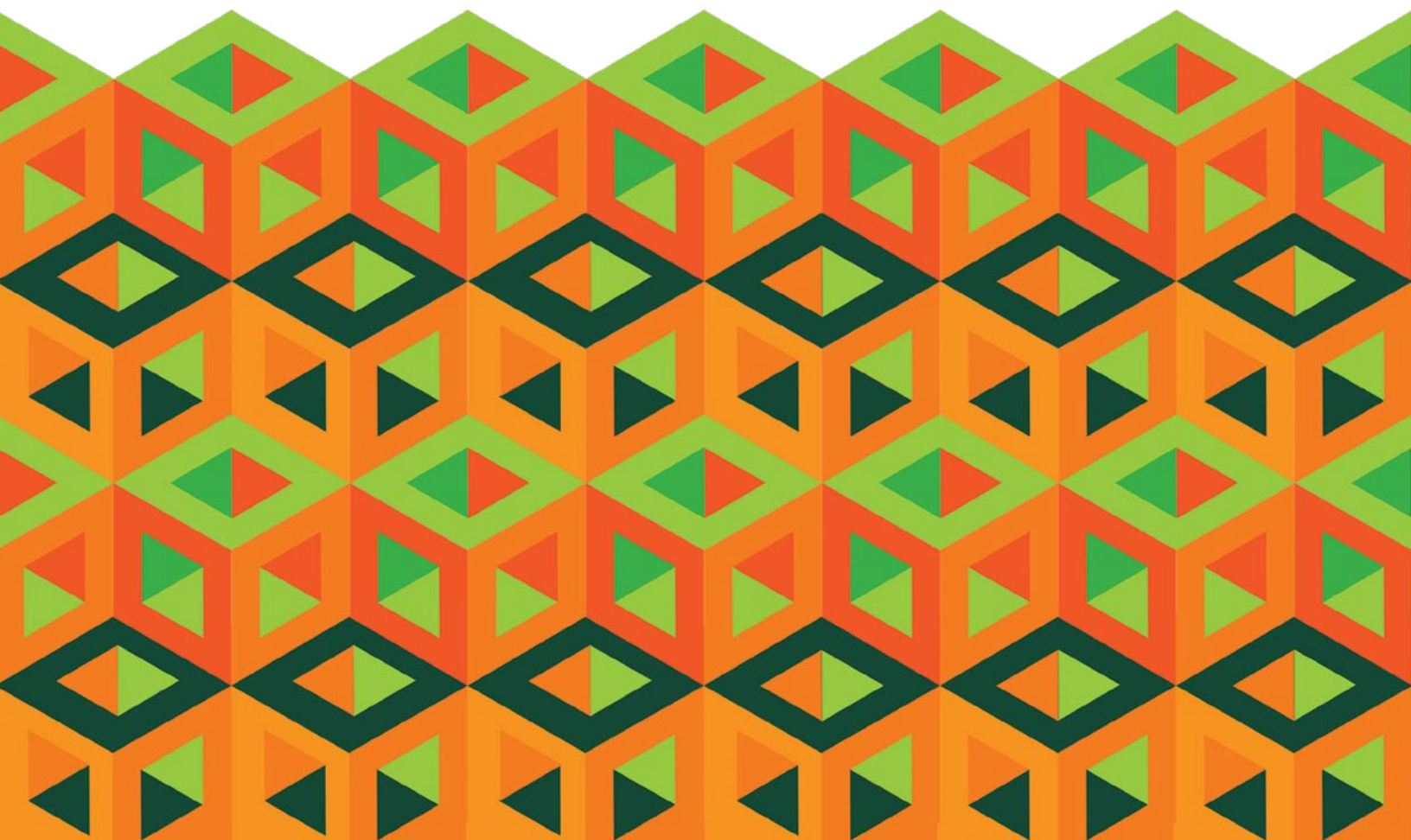


Entorno

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

UDLAP

INVESTIGACIÓN
ALGUNOS FACTORES
DE RIESGO PARA
LISTERIOSIS
ASOCIADOS CON
CARNES FRÍAS



TESELANDO EL ESPACIO, ANTECEDENTES Y UN NUEVO EXPERIMENTO

udlap.mx



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA

» ISSN 2594-0147

» Indizada en Latindex

DISTRIBUCIÓN GRATUITA ENE-ABR 2019

#7

UDLAP®

JENKINS GRADUATE SCHOOL



Maestrías en:

- **Administración de Empresas (MBA)**

RVOE: 20160808

- **Especialidad en Finanzas**

RVOE: 20160810

- **Especialidad en Mercadotecnia**

RVOE: 20160809

- **Gobernanza Global**

RVOE: 20170003

- **Finanzas**

RVOE: 20170311

- **Gestión y Liderazgo de Instituciones Educativas**

RVOE: 20170847

- **Defensa Fiscal**

RVOE: 20171134

- **Impuestos**

RVOE: 20171135



Av. Paseo de la Reforma 180 • Piso 16
Col. Juárez, CDMX.

✉ informes@udlapjenkins.mx

☎ Tel.: (55) 47 47 62 89 ☎ (+521) 222 577 38 29

www.udlapjenkins.mx

PROGRAMAS DE **EDUCACIÓN CONTINUA**

f /udlapjenkinsgs

🐦 @udlapjenkinsgs

in UDLAP Jenkins Graduate School

PORTADA

24. TESELANDO EL ESPACIO

Antecedentes y un nuevo experimento

► Teselling the space, background and a new experiment

Por: Guillermo Romero-Meléndez · Alejandra Rivera Gutiérrez · María del Pilar García de la Parra

4. FISIOPATOLOGÍA DEL ALZHEIMER

► Pathophysiology of Alzheimer's

Por: Sofía Isabel Cuevas-Cianca · Erwin Josuan Pérez-Cortés

16. ENVASADO ACTIVO:

en qué consiste y cuál es su potencial en combinación con aceites esenciales

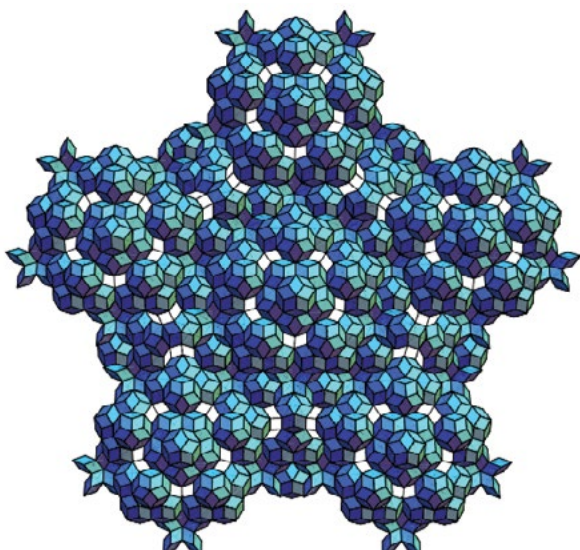
► Active packaging: What does it consist of and what is its potential in combination with essential oils?

Por: María. J. Paris · Aurelio López-Malo

34. MITIGACIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS PARA CASA HABITACIÓN EN MÉXICO: un reto que requiere ingreso disponible

► Mitigation of hydro-meteorological risks for homes in Mexico: a challenge that requires disposable income.

Por: Einar Moreno Quezada



▲ 24. Teselando el espacio

40. ALGUNOS FACTORES DE RIESGO PARA LISTERIOSIS

asociados con carnes frías

► Some risk factors for listeriosis associated with cold meats

Por: **Leonor Lastra-Vargas · Aurelio López-Malo · Enrique Palou**

48. MODELADO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

con servicio intermitente

► Modeling of drinking water distribution networks with intermittent service

Por: **José A. Romero Gil · Benito Corona-Vásquez · Carlos Patiño Gómez**



▲ 40. Algunos factores de riesgo para la listeriosis

Entorno

UDLAP

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

PRESIDENCIA

José Ramón Valdés Parra

EDITOR GENERAL

Poliopro Fortunato Martínez Austria

CONSEJO EDITORIAL

Dirección Ejecutiva

Sergio Picazo Vela
Decano de Investigación
y Posgrado

Secretaría Ejecutiva

Lorena Martínez Gómez
Directora General de Planeación
y Evaluación

Coordinación

Eduardo Izraim Marrufo Fernández
Director de Comunicación

Editora gráfica

Sonia Gisella Aguirre Narváez
Profesora de la Licenciatura de
Diseño de Información Visual

Tecnologías de la Información

Fernando Thompson de la Rosa
Director General de Tecnologías
de la Información

Biblioteca

María Elvia Catalina Morales Juárez
Directora de
Bibliotecas

DISEÑO EDITORIAL

Andrea M. Flores Santaella
Angélica González Flores

CORRECCIÓN DE ESTILO

Aldo Chiquini Zamora
Andrea Garza Carbajal

FOTOGRAFÍAS

www.shutterstock.com

COMITÉ EDITORIAL

EDITORES ASOCIADOS

Artes y Humanidades
Enrique Ajuria Ibarra

Ciencias
Miguel Ángel Méndez Rojas

Ciencias Sociales
Leandro Rodríguez Medina

Ingeniería e Innovación
Aurelio López Malo Vigil

Negocios y Economía
Raúl Bringas Nostti

MIEMBROS DEL COMITÉ EDITORIAL

Ileana Azor Hernández
Universidad de las Américas Puebla

Antonio Alcalá González
Tecnológico de Monterrey

Cecilia Anaya Berríos
Universidad de las Américas Puebla

Jorge Gamaliel Arenas Basurto
Universidad de las Américas Puebla

Lucila Castro Pastrana
Universidad de las Américas Puebla

Miguel Doria
UNESCO

Jorge Alberto Durán Encalada
Universidad de las Américas Puebla

Alexander James Hope
Universidad Autónoma de Madrid

Juan Enrique Martínez-Legaz
Barcelona Graduate School of Economics

Raúl Mújica García
Instituto Nacional de Astrofísica,
Óptica y Electrónica

René Reyes Mazzoco
Universidad de las Américas Puebla

Ulises Sandal Ramos Koprivitz
Universidad de las Américas Puebla

Manuel Francisco Suárez Barraza
Universidad de las Américas Puebla

María Luisa Torregrosa y Armentia
Facultad Latinoamericana de
Ciencias Sociales

EDITORIAL

3

ENTORNO UDLAP, Año 3, núm. 7, enero-abril 2019, es una publicación cuatrimestral editada por la Fundación Universidad de las Américas, Puebla. Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Tel. (222) 229 20 00. www.udlap.mx, revista.entornoudlap@udlap.mx. Editor responsable: Polioptro Fortunato Martínez Austria. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2016-091418231700-102, ISSN: 2594-0147, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Escuela de Ingeniería, Polioptro Fortunato Martínez, Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Fecha de última modificación: 2 de enero de 2019.

Los artículos, así como su contenido, su estilo y las opiniones expresadas en ellos, son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de la UDLAP.

Queda prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio del contenido de la presente obra, sin contar con autorización por escrito de los titulares de los derechos de autor.

Los artículos publicados en Entorno UDLAP se someten a revisión por pares, en el sistema de «doble ciego», es decir que los árbitros no conocen el nombre de los autores del texto que revisan, ni los autores los nombres de quienes lo revisan. La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores, y no necesariamente refleja la postura de los editores, miembros del consejo y comité editoriales o de la Universidad de las Américas Puebla.

SIMBOLOGÍA / SECCIÓN



AUTOR INTERNO



AUTOR EXTERNO

UDLAP®

El inicio de todo proyecto está compuesto por diversas circunstancias determinadas por los objetivos, actores e intenciones. Conjuntar ideas, talentos y esfuerzos será siempre un largo camino que deberá encontrar su propio cauce: si lo encuentran, se consolida; si se pierden, todo pasa al olvido. Para encontrarse, no basta de la fortuna, sino de dos elementos que, coincidentemente, sobresalen en este séptimo número: sinergia y simetría.

Entorno UDLAP en su presente edición se consolida tras obtener su primer registro en índices (en este caso en Latindex, que es el registro regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal), no sólo al reunir a las partes que la unifican (calidad de los artículos, edición, sitio web, diseño, cumplimiento de los plazos de publicación, etcétera), sino situarlas en un momento simétrico (este séptimo número que, en palabras del filósofo cristiano platónico Calcidio: «el siete ha sido considerado como el mejor, porque se ha observado que es la regla de muchos fenómenos producidos por las leyes naturales»), para comprobar –una vez más– que todo aquello que inicia como un sueño, va migrando hacia una sinergia que procura mantener un objetivo principal: difundir, promover e incentivar al conocimiento, no sólo como vehículo, sino como motor hacia la transformación de nuestro entorno.

Esta edición es una sinergia del trabajo realizado en conjunto a lo largo de siete números, es superior a lo que cada una de sus partes por separado lograrían. Además, le envuelve también un toque simétrico o «mágico», ya que la consolidación de la divergencia de sus partes se da en su séptima edición, lo que para algunas culturas sería un poco de «perfección», como así lo mencionó el médico griego Hipócrates, al referirse a este número siete como:

[...] «por sus virtudes ocultas, tiende a realizar todas las cosas; es el dispensador de la vida y fuente de todos los cambios, pues incluso la Luna cambia de fase cada siete día: este número influye en todos los seres sublimes».

Entorno UDLAP se consolida –entonces– a través de diversas partes: la unión de sueños, como principio fundamental para la creación; la suma de voluntades y talentos para el fortalecimiento del objetivo divulgativo, y la simetría del trabajo constante y comprometido para brindar un instrumento de conocimiento capaz de impactar en cada uno de los lectores. La revista hoy es un testigo de que para crear hay que soñar y que el trabajo conjunto será inspiración en sus lectores para transformar su entorno.

Izraim Marrufo Fernández
Coordinador Editorial

www.udlap.mx

UDLAP®

► Pathophysiology of Alzheimer's

FISIOPATOLOGÍA DEL ALZHEIMER

4

UDLAP®



MER

Por:  Sofía Isabel Cuevas-Cianca · Erwin Josuan Pérez-Cortés



ENFERMEDAD DE ALZHEIMER (EA) ES LA ENFERMEDAD NEURODEGENERATIVA MÁS COMÚN, EL TIPO MÁS FRECUENTE DE DEMENCIA Y UNA DE LAS ENFERMEDADES CON MAYOR OCURRENCIA EN EL MUNDO INDUSTRIALIZADO

RESUMEN

La enfermedad de Alzheimer (EA) es la enfermedad neurodegenerativa más común, el tipo más frecuente de demencia y una de las enfermedades con mayor ocurrencia en el mundo industrializado. Se estima que la prevalencia mundial de la demencia es de hasta 24 millones, y se prevé que se duplicará cada 20 años hasta el año 2040. La EA se caracteriza clínicamente por una disminución en la memoria, el lenguaje, la resolución de problemas y otras habilidades cognitivas que afectan la capacidad de una persona para realizar actividades cotidianas. Neuropatológicamente esta enfermedad se caracteriza por la agregación y deposición de proteínas mal plegadas, en particular péptido β -amiloide ($A\beta$) agregado en forma de placas extracelulares seniles (o neuríticas), y proteína *tau* (τ) hiperfosforilada en forma de nudos neurofibrilares intracelulares (NNI). En esta revisión, se describen los mecanismos moleculares que subyacen a los procesos neurodegenerativos.

PALABRAS CLAVE:

Enfermedad de Alzheimer · Demencia · Péptido β -amiloide · Proteína *tau*.



LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER (EA) AFECTA:

6



GENERALMENTE SE
DETECTA PRIMERO EN
EL TEJIDO CEREBRAL
QUE INVOLUCRA LOS
LÓBULOS FRONTAL
Y TEMPORAL



1 ÁREAS DE LA
CORTEZA CEREBRAL

2 EL HIPOCAMPO

◆◆ ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD) is the most common neurodegenerative disease; it is the most frequent type of dementia and one of the most diseases with the highest occurrence in the industrialized world. It is estimated that the worldwide prevalence of dementia is up to 24 million, and it is predicted that it will double every 20 years until the year 2040. The AD is characterized clinically by a decrease in memory, language, problem solving and other cognitive abilities that affect the ability of a person to perform daily activities. Neuropathologically this disease is characterized by the aggregation and deposition of misfolded proteins, in particular β -amyloid peptide ($A\beta$) added in the form of senile (or neuritic) extracellular plaques, and hyperphosphorylated *tau* (τ) protein in the form of intracellular neurofibrillary nodes (INN). In this review, we describe the molecular mechanisms that underlie neurodegenerative processes.

◆◆ KEYWORDS:

Alzheimer's disease · Dementia · β -amyloid peptide · *Tau* protein.

◆◆ INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Alzheimer (EA) afecta a decenas de millones de personas a nivel mundial, y el número sigue en aumento constante (Chen, *et al.*, 2017). La EA afecta áreas de la corteza cerebral y el hipocampo, las anomalías generalmente se detectan primero en el tejido cerebral que involucra los lóbulos frontal y temporal, luego progresan lentamente hacia otras áreas de la neocorteza, a diferentes velocidades dependiendo del individuo (Chen, *et al.*, 2017).

Las características neuropatológicas del cerebro con EA son las placas amiloides extracelulares difusas y neuríticas, que a menudo están rodeadas de neuritis distróficas, y los nudos neurofibrilares intracelulares, llevando a un deterioro de las habilidades cogni-

tivas de la persona que lo padece (Masters, *et al.*, 2015). El péptido β -amiloide ($A\beta$) acumulado es el componente principal de las placas seniles y se deriva de la segmentación proteolítica de una glicoproteína más grande denominada proteína precursora de amiloide (PPA) (Chen, *et al.*, 2017). La PPA es una glicoproteína de membrana tipo 1, la cual juega un papel importante en varias actividades biológicas como el desarrollo neuronal, señalización, transporte intracelular y otros aspectos de la homeostasis neuronal (Viswanathan y Greenberg, 2011). Estos cambios patognomónicos a menudo van acompañados de abundante daño microvascular, que incluye depósitos de $A\beta$ vascular e inflamación pronunciada de las regiones cerebrales afectadas (Bertram, Lill, y Tanzi, 2010; Holmes, *et al.*, 2009). Genéticamente, la EA se divide en dos formas: 1) Casos familiares con herencia mendeliana de inicio predominantemente temprano (<60 años, EA familiar de inicio temprano [EFIT]) y 2) Casos esporádicos con agregación familiar aparente o nula y generalmente de edad de inicio tardío (>60 años, EA de inicio tardío [EIT]) (Bertram, Lill, y Tanzi, 2010).

La EA comparte muchas características con otras enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Parkinson y las demencias frontotemporales (Masters, *et al.*, 2015). En esta revisión, se describen los mecanismos moleculares que subyacen a los procesos neurodegenerativos a la EA.

● Enfermedad de Alzheimer

La EA es la causa más común de demencia y es la sexta causa de muerte en los Estados Unidos en adultos a partir de los 65 años de edad ya sea por la enfermedad misma o por sus compli-

LA EA ES LA CAUSA MÁS COMÚN DE DEMENCIA Y ES LA SEXTA CAUSA DE MUERTE EN LOS ESTADOS UNIDOS EN ADULTOS A PARTIR DE LOS

65 años

caciones (neumonía principalmente, inmovilidad, trastornos de la deglución y desnutrición). Para poder prevenir esta enfermedad se debe detectar tempranamente (Association, 2015). La demencia junto con la EA están a menudo acompañadas por la presencia de microgliosis reactiva y la pérdida de neuronas, sustancia blanca y sinapsis (Reitz, Brayne, y Mayeux, 2011).

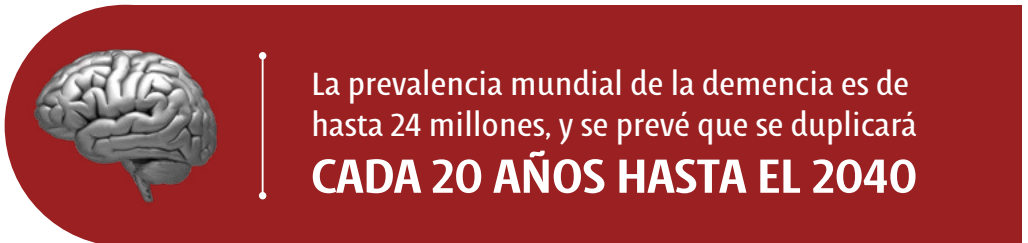
● Manifestaciones

Las manifestaciones de la EA varían entre individuos. Uno de los principales síntomas y el más común es el deterioro gradual de la habilidad de recordar información reciente. Esto ocurre debido a que las primeras neuronas afectadas y que después mueren son neuronas en regiones del cerebro que se encargan de formar nuevas memorias (Association, 2015). Las manifestaciones que se describen en la tabla I son las más comunes que se presentan en la EA.

● Mecanismos y fisiopatología de la EA

Actualmente, $A\beta$, apolipoproteína E (APOE) y *tau* son tres elementos que tienen evidencia

LA EA COMPARTE
MUCHAS
CARACTERÍSTICAS
CON OTRAS
ENFERMEDADES
NEURODE-
GENERATIVAS,
COMO LA
ENFERMEDAD DE
PARKINSON.



sustancial como contribuyentes de la EA. Las características neuropatológicas y neuroquímicas de la EA incluyen la pérdida sináptica, la muerte neuronal selectiva, una disminución en neurotransmisores específicos y la presencia de depósitos proteináceos anormales en neuronas (conocidos como nudos neurofibrilares) y en el espacio extracelular (como placas cerebrovasculares, difusas y neuríticas) (Masters, *et al.*, 2015).

● A β en la EA

Las fibrillas de amiloide son homopolímeros de proteínas que adoptan diversas conformaciones cruzadas β . Existe evidencia que apoya la idea de que A β es un péptido patogenético en la EA (Huang y Mucke, 2012). La EA es una enfermedad neurodegenerativa común en la que A β se ensambla en fibrillas amiloides insolubles que se acumulan en placas neuríticas extracelulares (Chuang, *et al.*, 2018). A β , el constituyente principal de las placas se adhiere de la PPA a un grupo heterogéneo de péptidos de longitud variable (entre 38 y 43 aminoácidos) con características ligeramente diferentes (Selkoe, 2001). Además, se encuentran isoformas

N-terminales truncadas o modificadas (Portelius, *et al.*, 2010). La acumulación de placas se acompaña de una alteración de la función sináptica, atrofia neuronal del hipocampo y la corteza cerebral, demencia y deterioro cognitivo (Khan, *et al.*, 2014).

Los estudios de procesamiento proteolítico han demostrado que A β es un producto normal del metabolismo de PPA y se genera en niveles elevados en neuronas, pero también en otros tipos de células a lo largo de la vida de un individuo (Masters *et al.*, 2015). La función neuronal de la PPA sigue siendo desconocida, pero podría estar involucrada en la plasticidad sináptica. Múltiples líneas de evidencia sugieren que la acumulación de A β y un cambio de conformación a formas con una estructura de hoja β es importante en la patogénesis de la EA (Holtzman, *et al.*, 2002).

La evidencia más sólida para la participación de A β en la EA proviene del estudio de aquellos con la forma hereditaria temprana. En más de la mitad de los pacientes con EFIT, las mutaciones en uno de los tres genes diferentes (PPA, PSEN1 y PSEN2) son evidentes (O'Brien y Wong, 2011).

LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER SE DIVIDE EN DOS FORMAS:

1



**CASOS FAMILIARES
CON HERENCIA
MENDELIANA DE INICIO
PREDOMINANTEMENTE
TEMPRANO**
(<60 AÑOS, EA FAMILIAR DE
INICIO TEMPRANO [EFIT]).

2



**CASOS ESPORÁDICOS CON
AGREGACIÓN FAMILIAR APARENTE
O NULA Y GENERALMENTE DE EDAD
DE INICIO TARDÍO**
(>60 AÑOS, EA DE INICIO TARDÍO [EIT]
(BERTRAM, LILL, Y TANZI, 2010).

La mayoría de las mutaciones resultan en la sobreproducción de A β , específicamente, la isoforma A β de 42 aminoácidos (A β 42), la cual es más propensa a la agregación (Golde, Eckman, y Younkin, 2000). La mayoría de las mutaciones en la PPA modifican el procesamiento de la PPA, de modo que la relación de A β 42 y A β 40 aumenta en el plasma de los pacientes afectados (Hecimovic, *et al.*, 2004). El tipo de mutación y la relación A β 42/ A β 40 asociada predicen la edad media de aparición de la demencia. Quizás lo más relevante es que los pacientes portadores de estas mutaciones tienen una relación aumentada de A β 42/ A β 40 en plasma y una mayor producción de A β 42 en el sistema nervioso central (SNC) (Potter, *et al.*, 2011). Aunque la EFIT es poco común, el hecho de que las mutaciones dentro de tres genes diferentes conduzcan a cambios similares en la proporción de productos de A β sugiere que existe una vía común final en la patogénesis de la EA.

Pérdida de memoria que dificulta la vida diaria.

Retos en la planificación o resolución de problemas.

Dificultad para completar tareas familiares en el hogar, en el trabajo o en el tiempo libre.

Confusión con el tiempo o el lugar.

Problemas para entender las imágenes visuales y la relación espacial.

Problemas con las palabras al hablar o escribir.

Extraviar cosas e ir perdiendo la habilidad de recordar pasos.

Juicio disminuido o pobre.

Retiro del trabajo o actividades sociales.

Cambios en el estado de ánimo y la personalidad, incluida la apatía y depresión.

Tabla I. Síntomas más comunes de la enfermedad de Alzheimer (elaboración propia con información de Association, 2015).

● APOE y EA

APOE en el cromosoma 19 es el factor de riesgo genético más fuerte para desarrollar la EA. APOE está involucrado en el catabolismo normal de las lipoproteínas de triglicéridos. Asimismo, los polimorfismos en la región reguladora transcripcional de APOE se han asociado con la EA (Seshadri, Fitzpatrick, e Ikram, 2010).

APOE es una proteína de 299 aminoácidos que tiene tres isoformas comunes en humanos que sólo difieren en 1 o 2 aminoácidos: APOE2, APOE3 y APOE4. Las sustituciones de aminoácidos afectan la carga total y la estructura de APOE, alterando así la unión a receptores celulares y partículas de lipoproteínas, posiblemente cambiando la estabilidad, la tasa de producción y eliminación de la misma (Masters, *et al.*, 2015). APOE tiene una alta expresión en el cerebro, donde se produce principalmente por los astrocitos y la microglía (Weiner y Frenkel, 2006).

Los estudios poblacionales han demostrado que APOE4 aumenta el riesgo de desarrollar EA y también se asocia con una edad más temprana de aparición de dicha enfermedad (Khachaturian, *et al.*, 2004). Por el contrario, APOE2 disminuye el riesgo de desarrollar la EA (Serrano-Pozo, *et al.*, 2015).

El número de alelos APOE4 está asociado con una mayor densidad de depósitos de A β y angiopatía amiloide cerebral en los cerebros de pacientes con EA. Se encuentra que APOE está unido a A β en fluidos biológicos y está asociado con A β fibrilar que se encuentra en el tejido cerebral de pacientes con EA (Masters, *et al.*, 2015). El APOE es un importante factor causante de la EA al ac-

MANIFESTACIONES

PRINCIPALES SÍNTOMAS



Deterioro gradual de la habilidad de recordar información reciente.



Las primeras neuronas afectadas son las ubicadas en regiones del cerebro que se encargan de formar nuevas memorias.

tuar como acompañante de A β , que afecta la depuración y la deposición de A β , contribuyendo finalmente a la formación de la placa (Masters, *et al.*, 2015).

● *Tau*

Tau es una proteína asociada a los microtúbulos y se expresa principalmente en las neuronas con una localización axonal, esta proteína desempeña un papel crucial en la estabilización de los mismos al promover el ensamblaje de la tubulina para regular las funciones normales de las neuronas (Giacobini y Gold, 2013; Duan, *et al.*, 2017; Laurent, Buée, y Blum, 2018). El mapa genético que codifica la proteína *tau* está ubicado en el locus 17q21, contiene 16 exones y puede experimentar un empalme alternativo de los exones 2, 3 y 10 en el cerebro humano, generando 6 isoformas principales. Dependiendo de la inclusión del exón 10, la región de unión a microtúbulos C-terminal (RUM) de *tau* contiene 3 o 4 motivos de repetición (3R y 4R *tau*), lo que garantiza el ensamblaje y la estabilización de los microtúbulos axonales a través de su interacción con heterodímeros de A- y β -tubulina (Laurent, Buée, y Blum, 2018).

Aunque *tau* se encuentra principalmente en los axones, una pequeña cantidad se distribuye fisiológicamente en dendritas. *Tau* está implicada en la plasticidad sináptica (Frandemiche, *et al.*, 2014), también se ha descubierto una función nuclear de *tau* (Sultan, *et al.*, 2011). *Tau* nuclear puede regular la actividad transcripcional y mantener la integridad del ADN y ARN en condiciones fisiológicas y de estrés (Arendt, Stieler, y Holzer, 2016).

LOS ESTUDIOS POBLACIONALES HAN DEMOSTRADO QUE APOE4 AUMENTA EL RIESGO DE DESARROLLAR EA Y TAMBIÉN SE ASOCIA CON UNA EDAD MÁS TEMPRANA.

Se ha demostrado que las proteínas *tau*, que se unen a los microtúbulos, regulan estrechamente el transporte de cargas que, a su vez, afectan el transporte axonal (Callahan, Vaules, y Coleman, 2002). Debido a la fuerte afinidad de *tau* por el microtúbulos, podría separar las cargas de la kinesina y, por lo tanto, inhibir el transporte axonal y provocar algunos de los síntomas de la EA. Esto indica que la fosforilación de la *tau* juega un papel crucial, ya que regula la afinidad de *tau* por los microtúbulos (Chong, Ng, Koh, y Chye, 2018).

Las tauopatías, definidas como aquellas enfermedades neurodegenerativas con agregación de *tau* en el cerebro, son la manifestación patológica más común en enfermedades neurodegenerativas (Masters, *et al.*, 2015).

Muchos estudios han demostrado que los niveles de *tau* total y *tau* fosforilada aumentan, tanto en el cerebro como en el líquido cefalorraquídeo de pacientes con EA (Ryman, Acosta-Baena, y Aisen, 2014).

Las tauopatías se pueden clasificar por las isoformas *tau* específicas que se incrementan, como se muestra en la tabla II, las cuales se dividen en primaria y secundaria.

QUÉ ES EL TAU



**TAU ES UNA
PROTEÍNA
ASOCIADA
A LOS
MICROTÚBULOS**



**SE EXPRESA
PRINCIPALMENTE EN
LAS NEURONAS CON
UNA LOCALIZACIÓN
AXONAL**

Esta proteína
desempeña

UN PAPEL CRUCIAL

en la estabilización
de los microtúbulos
al promover el
ensamblaje de
la tubulina para
regular las funciones
normales de las
neuronas

● Células gliales en la EA

Otra característica histológica de la EA es la acumulación de astrocitos reactivos y microglia en la vecindad de los depósitos amiloides, comúnmente conocida como respuesta neuroinflamatoria. En estas condiciones, la IL-1 α es activada por la microglía, el factor de necrosis tumoral (TNF α) y la liberación del complejo C1q favorecen la formación de un subconjunto neurotóxico de astrocitos reactivos llamados A1. Los astrocitos A1 pierden sus funciones normales y

su capacidad para promover la formación de sinapsis, pero en su lugar, destruyen las neuronas del SNC a través de la secreción de factores dañinos (Liddelw, *et al.*, 2017). Se observó una mayor proporción de astrocitos A1 que producen la proteína C3 del complemento en el cerebro de EA, lo que sugiere un aumento de las funciones tóxicas y una pérdida de propiedades fisiológicas que podrían contribuir a los efectos perjudiciales de los astrocitos reactivos en la EA (Liddelw, *et al.*, 2017).

Patología		Niveles de T-tau en LCR	Niveles de P-tau en LCR	Isoforma abundante
Tauopatías primarias	Degeneración lobular frontotemporal asociada con mutaciones TAU	Normal	P-tau ₁₈₁ normal	3R, 3R + 4R, 4R
	Argirofilia granulosa	-	-	4R
	Tauopatía esporádica del sistema múltiple	Normal	P-tau ₁₈₁ normal	4R
	Enfermedad de Pick	-	-	3R
	Parálisis supranuclear progresiva	Normal	P-tau ₁₈₁ normal	4R
	Degeneración corticobasal	Aumento de normal a leve	P-tau ₁₈₁ normal	4R
Tauopatías secundarias	Enfermedad de Alzheimer	Aumento moderado	Aumento moderado de P-tau ₁₈₁ y de P-tau ₂₃₁	3R y 4R
	Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob	Aumento muy marcado	Normal P-tau ¹⁸¹ y aumento de normal a leve de P-tau ₂₃₁	-

Tabla II. El rango molecular de las tauopatías primarias y secundarias (elaboración propia con información de Masters, Bateman, Blennow, Rowe, Sperling, y Cummings, 2015).

Abreviaturas: 3R, 3 repetición; 4R, 4 repetición; LCR, líquido cefalorraquídeo; P-tau, tau fosforilada; T-tau, tau total. *Cambios postraduccionales específicos de tau (como la fosforilación en los residuos 181 y 231 (P-tau y P-tau, respectivamente)) varían considerablemente entre estas condiciones.



LAS TAUOPATÍAS SON LA MANIFESTACIÓN PATOLÓGICA MÁS COMÚN EN ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS»
(Masters, *et al.*, 2015).

EA ENFERMEDAD NEURODEGENERATIVA



Afecta a decenas de personas en el mundo y año con año el número va en aumento.



APOE es una proteína de 299 aminoácidos que tiene tres isoformas comunes en humanos APOE2, APOE3 y APOE4.

**APOE2 DISMINUYE
EL RIESGO DE
DESARROLLAR LA EA**

CONCLUSIÓN

La EA es la enfermedad neurodegenerativa más común y es el tipo más común de demencia. La EA afecta a decenas de millones de personas a nivel mundial, y año con año este número va en aumento. Existen diversas investigaciones para comprender a la EA, particularmente las relacionadas con la cinética de la evolución de la enfermedad y su interacción con las comorbilidades y el envejecimiento cerebral normal.

Se conocen muchos factores de riesgo genéticos para la EA esporádica; el factor principal es el alelo APOE4, que podría predecir la tasa de eliminación de Aβ del cerebro. Como un fuerte factor de riesgo para la EA, APOE representa un objetivo potencial para futuras terapias modificadoras de la enfermedad. Al dilucidar cómo se controla el metabolismo del APOE en el SNC humano y cómo difieren las isoformas APOE, mejoraremos potencialmente la comprensión de la fisiopatología de la EA, lo que en última instancia podría conducir a tratamientos mejorados.



Sofía Isabel Cuevas Cianza

Licenciada en Química por la Universidad de las Américas Puebla (2016). Fue miembro fundador del capítulo estudiantil internacional de la ACS «Catalyst» en la UDLAP. Su investigación se enfoca en la actividad biológica de plantas, así como la potencial actividad anticancerígena de ciertos metabolitos secundarios. Estudiante del Doctorado en Biomedicina Molecular en la UDLAP.
sofia.cuevasca@udlap.mx



Erwin Josuan Pérez Cortés

Doctor en Ciencias Fisiológicas por la BUAP. Miembro del sistema Nacional de Investigadores, nivel candidato. Coordinador del Posgrado de la Escuela de Ciencias UDLAP. Profesor de tiempo completo del Departamento de Ciencias de la Salud desde 2016. erwin.perez@udlap.mx

REFERENCIAS

- Arendt, T., Stieler, J. T. y Holzer, M. (2016). Tau and tauopathies. *Brain Research Bulletin*, 126(3), 238-292.
- Association, A. (2015). 2015 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*, 11(3), 332-384.
- Bertram, L., Lill, C. M. y Tanzi, R. E. (2010). *The Genetics of Alzheimer Disease: Back to the Future*. Cell Press, 68(2), 270-281.
- Blennow, K., Hampel, H., Weiner, M. y Zetterberg, H. (2010). Cerebrospinal fluid and plasma biomarkers in Alzheimer disease. *Nature Reviews Neurology*, 6(3), 131-144.
- Callahan, L., Vaules, W. y Coleman, P. (2002). *Progressive reduction of synaptophysin message in single neurons in Alzheimer disease*. *Journal of Neurophatology and Experimental Neurology*, 61(5), 384-95.
- Chen, G. F., Xu, T. H., Yan, Y., Zhou, Y. R., Jiang, Y., Melcher, K., et al. (2017). Amyloid beta: structure, biology and structure-based therapeutic development. *Acta Pharmacologica Sinica*, 38(9), 1205-1235.
- Chong, F. P., Ng, K. Y., Koh, R. Y. y Chye, S. M. (2018). Tau Proteins and Tauopathies in Alzheimer's Disease. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 38(5), 965-980.
- Chuang, E., Hori., A. M., Hesketh, C. D. y Shorter, J. (2018). Amyloid assembly and disassembly. *Journal of Cell Science*, 131(8).
- De Strooper, B., Vassar, R. y Golde, T. (2010). The secretases: enzymes with therapeutic potential in Alzheimer disease. *Nature Reviews Neurology*, 6(2), 99-107.
- Deczkowska, A., Amit, I. y Schwartz, M. (2018). Microglial immune checkpoint mechanisms. *Nature Neuroscience*, 1.
- Duan, A. R., Jonasson, E. M., Alberico, E. O., Li, C., Scripture, J. P., Miller, R. A., et al. (2017). Interactions between Tau and Different Conformations of Tubulin: Implications for Tau Function and Mechanism. *Journal of Molecular Biology*, 429(9), 1424-1438.
- Frandemiche, M. L., De Seranno, S., Rush, T., Borel, E., Elie, A., Arnal, I., et al. (2014). Activity-Dependent Tau Protein Translocation to Excitatory Synapse Is Disrupted by Exposure to Amyloid-Beta Oligomers. *The Journal of Neuroscience*, 34(17), 6084-6097.
- Giacobini, E. y Gold, G. (2013). Alzheimer disease therapy-moving from amyloid- β to tau. *Nature Reviews Neurology*, 9(12), 677- 686.
- Golde, T. E., Eckman, C. B. y Younkin, S. G. (2000). Biochemical detection of A β isoforms: implications for pathogenesis, diagnosis, and treatment of Alzheimer's disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1502(1), 172-187.
- Hecimovic, S., Wang, J., Dolios, G., Martinez, M., Wang, R. y Goate, A. M. (2004). Mutations in APP have independent effects on Abeta and CTFgamma generation. *Neurobiology of Disease*, 17(2), 205-218.
- Holmes, C., Cunningham, C., Zotova, E., Woolford, J., Dean, C., Kerr, S., et al. (2009). Systemic inflammation and disease progression in Alzheimer disease. *Neurology*, 73(10), 768-774.
- Holtzman, D. M., Bales, K. R., Paul, S. M. y DeMattos, R. B. (2002). Abeta immunization and anti-Abeta antibodies: potential therapies for the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 54(12), 1603-1613.
- Huang, Y. y Mucke, L. (2012). Alzheimer Mechanisms and Therapeutic Strategies. *Cell*, 148(6), 1204-1222.
- Khachaturian, A. S., Corcoran, C. D., Mayer, L. S., Zandi, P. P. y Breitner, J. C. (2004). Apolipoprotein E epsilon4 count affects age at onset of Alzheimer disease, but not lifetime susceptibility: The Cache County Study. *Arch Gen Psychiatry*, 61(5), 518-524.
- Khan, U. A., Liu, L., Provenzano, F. A., Berman, D. E., Profaci, C. P., Sloan, R., et al. (2014). Molecular drivers and cortical spread of lateral entorhinal cortex dysfunction in preclinical Alzheimer's disease. *Nature Neuroscience*, 17, 304-311.
- Laurent, C., Buée, L. y Blum, D. (2018). Tau and neuroinflammation: What impact for Alzheimer's Disease and Tauopathies? *Biomedical Journal*, 41(1), 21-33.
- Liddel, S. A., Guttenplan, K. A., Clarke, L. E., Bennett, F. C., Bohlen, C. J., Schirmer, L., et al. (2017). Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia. *Nature*, 541, 481-487.
- Liddel, S. y Barres, B. (2015). SnapShot: Astrocytes in Health and Disease. *Cell*, 162(5), 1170-1170.
- Masters, C. L., Bateman, R., Blennow, K., Rowe, C. C., Sperling, R. A. y Cummings, J. L. (2015). Alzheimer's disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 1(15056).
- O'Brien, R. J. y Wong, P. C. (2011). Amyloid Precursor Protein Processing and Alzheimer's Disease. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 185-204.
- Portelius, E., Bogdanovic, N., Gustavsson, M. K., Volkman, I., Brinkmalm, G., Zetterberg, H., et al. (2010). Mass spectrometric characterization of brain amyloid beta isoform signatures in familial and sporadic Alzheimer's disease. *Acta Neuropathologica*, 120(2), 185-193.
- Potter, R. E., Ovid, V., Kasten, T., Sigurdson, W., Mawuenyega, K., Patterson, B., et al. (2011). Amyloid- β 42:40 Metabolism Is Altered in Autosomal Dominant Alzheimer's Disease (ADAD). *Annals of Neurology*, 70(15), 88-89.
- Wilson, R. S., Segawa, E., Boyle, P. A., Anagnos, S. E., Hize, L. P. y Bennett, D. A. (2012). The natural history of cognitive decline in Alzheimer's disease. *Psychology and Aging*, 27(4), 1008-1017.
- Reitz, C., Brayne, C. y Mayeux, R. (2011). Epidemiology of Alzheimer disease. *Nature Reviews Neurology*, 7(3), 137-152.
- Ryman, D. C., Acosta-Baena, N. y Aisen, P. S. (2014). Symptom onset in autosomal dominant Alzheimer disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 83(3), 253-260.
- Selkoe, D. J. (2001). Alzheimer's disease: genes, proteins, and therapy. *Physiological Reviews*, 81(2), 741-766.
- Serrano-Pozo, A., Qian, J., Monsell, S. E., Betensky, R. A. y Hyman, B. T. (2015). APOE β 2 is associated with milder clinical and pathological Alzheimer disease. *Annals of Neurology*, 77(6), 917-929.
- Seshadri, S., Fitzpatrick, A. L. y Ikram, M. A. (2010). Genome-wide analysis of genetic loci associated with Alzheimer disease. *JAMA*, 303(18), 1832-1840.
- Sultan, A., Nesslany, F., Violet, M., Bégard, S., Loyens, A., Talahari, S., et al. (2011). Nuclear Tau, a Key Player in Neuronal DNA Protection. *Journal of Biological Chemistry*, 286, 4566-4575.
- Viswanathan, A. y Greenberg, S. M. (2011). Cerebral amyloid angiopathy in the elderly. *Annals of Neurology*, 70(6), 871-880.
- Weiner, H. L. y Frenkel, D. (2006). Immunology and immunotherapy of Alzheimer's disease. *Nature Reviews Immunology*, 6(5), 404-416.

► Active packaging: What does it consist of and what is its potential in combination with essential oils?

ENVASADO ACTIVO

EN QUÉ CONSISTE Y CUÁL ES SU POTENCIAL EN COMBINACIÓN CON ACEITES ESENCIALES

Por: ☺ María. J. Paris · Aurelio López-Malo

◆ RESUMEN

El término envasado activo es utilizado para referirse a envases que incluyen elementos que mejoran la calidad, seguridad alimentaria y/o vida de anaquel de un alimento. En esta nota de investigación se distingue entre envasado activo de adsorción y de emisión, para la remoción o difusión de compuestos indeseados o deseados dentro del envase del alimento, respecti-

vamente. Igualmente, se aborda al envasado activos de emisión de aceites esenciales (antimicrobianos naturales), que han resultado efectivos en la reducción o completa inhibición del crecimiento microbiano en alimentos.

◆ PALABRAS CLAVE:

Envasado activo · Aceites esenciales · Actividad antimicrobiana





ENVASE ACTIVO ES AQUEL QUE MEJORA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y/O LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL ALIMENTO, AUMENTANDO SU VIDA DE ANAQUEL.

◆◆ ABSTRACT

Active packaging is term used for those packages containing elements that improve food quality, safety and/or shelf-life. This work distinguishes among adsorption and emission active packaging, for the removing or diffusion of unwanted and wanted compounds inside food package, respectively. Also, active packaging emitting essential oils (natural antimicrobials) is revised, since this has allowed the reduction or completely inhibition of microbial growth in food.

◆◆ KEYWORDS:

Active packaging · Essential oils · Antimicrobial activity

◆◆ INTRODUCCIÓN

El concepto de envasado de alimentos frescos ha evolucionado en los últimos años, ya que el envase dejó de ser sólo un protector del alimento contra factores externos, agentes causantes de deterioro o de pérdida de calidad. Actualmente, el envasado también es un medio para la incorporación de elementos que aumenten la vida de anaquel del alimento, o bien, para mejorar sus características sensoriales. Asimismo, sistemas de envasado tales como los realizados en atmósferas modificadas y controladas, o bien los envases inteligentes y los activos, son ejemplos de tecnologías que, actualmente, están ganando interés en la ciencia y tecnología de alimentos. No podría ser de otra forma, ante una sociedad cada vez más exigente, que demanda productos más frescos, listos para el consumo, menos procesados y más naturales. En este ámbito, los aceites esenciales también han sido ampliamente estudiados ya que constituyen fuentes de antimicrobianos naturales y, por eso, una alternativa en el control del deterioro de alimentos frescos. Con el

fin común de mejorar la calidad alimentaria de los alimentos, el envasado activo y los aceites esenciales pueden ser combinados para alcanzar tales objetivos. Por eso, este artículo brinda una nota breve sobre algunos aspectos del envasado activo y de su potencial combinación con aceites esenciales.

● Envase activo

Un sistema de envasado activo es aquel en el cual se incorpora un elemento que mejora la seguridad alimentaria y/o los atributos sensoriales del alimento, aumentando su vida de anaquel, o bien su aceptación por los consumidores. Un envase activo se genera con la introducción de elementos en el envase, que adsorban compuestos que amenacen la calidad del alimento (sistemas de adsorción), o bien de elementos emisores de compuestos capaces de inhibir reacciones adversas dentro del envase (sistemas de emisión). La combinación de ambos también es ventajosa, ya que el deterioro de alimentos no es el resultado de una causa aislada, en muchas ocasiones es resultado de un conjunto de factores (Sen *et al.*, 2012; Wyrwa y Barska, 2017).

● Sistemas de adsorción

Algunos compuestos que pueden deteriorar la calidad de alimentos frescos son: el oxígeno, por promover reacciones de oxidación y crecimiento de bacterias aerobias; la humedad, por suscitar el crecimiento de microorganismos tales como mohos; el dióxido de carbono, por promover reacciones de deterioro; el etileno, por acelerar la respiración y consecuentemente la maduración y ablandamiento de frutas y verduras, por mencionar algunos. Se podrían mencionar otros muchos ejemplos de compuestos no deseados dentro del envase del alimento, tales como los responsables de impartir aromas y sabores no deseados, siendo su remoción ciertamente importante y posible usando sistemas activos de adsorción (Sen *et al.*, 2012; Biji *et al.*, 2015; Schmid *et al.*, 2016; Wyrwa y Barska, 2017).

En este sentido, la remoción de oxígeno del espacio de cabeza del envase involucra un retraso en la oxidación de compuestos de hierro, de ácido ascórbico, de colorantes fotosensibles,

ENVASADO ACTIVO

es aquel en el cual se incorpora un elemento que mejora la seguridad alimentaria y/o los atributos sensoriales del alimento. Un envase activo se genera con la introducción de elementos en el envase como:

1

SISTEMA DE ADSORCIÓN

ADSORBE COMPUESTOS QUE AMENACEN LA CALIDAD DEL ALIMENTO

19

► Algunos compuestos que pueden deteriorar la calidad de los alimentos frescos son:

1. Oxígeno

Por promover reacciones de oxidación y crecimiento de bacterias aerobias

2. Humedad

por suscitar el crecimiento de microorganismos tales como mohos

3. Dióxido de carbono

por promover reacciones de deterioro

4. Etileno

por acelerar la respiración y consecuentemente la maduración y ablandamiento de frutas y verduras

2

SISTEMA DE EMISIÓN

EMITE COMPUESTOS CAPACES DE INHIBIR REACCIONES ADVERSAS DENTRO DEL ENVASE

► Algunos sistemas activos se introducen o generan dentro del envase con el objetivo de difundir compuestos, tales como:

1. Dióxido de carbono

Inhibe el crecimiento de determinados microorganismos aerobios y reduce la tasa de respiración, maduración y ablandamiento de frutas y verduras frescas

2. Diversos antimicrobianos

Son utilizados con la finalidad de extender la fase lag o inhibir el crecimiento de los microorganismos





LOS ACEITES ESENCIALES SON METABOLITOS SECUNDARIOS DE PLANTAS

de enzimas o de ácidos grasos saturados, intencionalmente introducidos en el envase del alimento. Por otro lado, los adsorbentes de humedad más sencillos son los de gel de sílice, zeolita, fibra de celulosa o cloruro de sodio, capaces de mantener un nivel de humedad tal, en el envase, que no permite el desarrollo de moho. Con respecto al dióxido de carbono, su remoción es normalmente llevada a cabo por óxido o hidróxido de calcio, impregnado en gel de sílice, dispuesto en un sachet poroso dentro del envase. Finalmente, para la adsorción del etileno se utilizan óxido de aluminio, permanganato de potasio incrustado en gel de sílice, paladio incorporado a carbón activado o arcilla de zeolita, inmovilizados en sachets (Sen *et al.*, 2012; Biji *et al.*, 2015; Wyrwa y Barska, 2017).

● Sistemas de emisión

Algunos sistemas activos se introducen o generan dentro del envase con el objetivo de difundir compuestos, tales como dióxido de carbono, diversos antimicrobianos, o bien olores o sabores que puedan beneficiar la calidad del alimento. El dióxido de carbono puede ser, efectivamente, tanto deseado como indeseado dentro del ambiente del envase. A pesar de la desventaja mencionada anteriormente, presenta las ventajas de inhibir el crecimiento de determinados microorganismos aerobios y de reducir la tasa de respi-

ración, maduración y ablandamiento de frutas y verduras frescas. Los antimicrobianos son utilizados con la finalidad de extender la fase lag o inhibir el crecimiento de los microorganismos (Biji *et al.*, 2015; Gómez-Heincke *et al.*, 2016). Mientras que la emisión de dióxido de carbono es posible por medio del uso de sachets porosos conteniendo ascorbato o bicarbonato de sodio, los sistemas de emisión de antimicrobianos más comunes están basados en compuestos de plata (Biji *et al.*, 2015; Gómez-Heincke *et al.*, 2016). Con el creciente interés por utilizar antimicrobianos naturales en la preservación de alimentos, la generación de sistemas de emisión con este tipo de antimicrobianos también ha sido objeto de estudio. Los aceites esenciales, por ejemplo, son sustancias naturales con comprobada efectividad antimicrobiana y cuya utilización en envases activos de emisión será abordada con más detalle en otro apartado de esta nota.

● Sistemas de emisión y aceites esenciales

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de plantas, encontrados en pequeñas cantidades en diversos órganos de la planta, tales como flores, frutos, semillas u hojas, y se encuentran constituidos por un conjunto de compuestos volátiles que les confieren sus propiedades funcionales (Reyes-Jurado *et al.*, 2015; Ribeiro-Santos *et al.*, 2017). En la planta ejercen las funciones de antibacteriano, antifúngico, antiviral, insecticida y la protegen contra herbívoros. Sus propiedades han sido estudiadas y aprovechadas en la ciencia de alimentos como agentes antimicrobianos, donde diversos aceites esenciales tales como los de tomillo, romero, clavo, mostaza y canela han demostrado efectividad antimicrobiana, tanto en sistemas *in vitro*, como en alimentos.

El aprovechamiento de la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales en sistemas de envasado activo de emisión es ventajoso, dado que permite que el antimicrobiano proteja al alimento sin estar en contacto directo con él, lo que reduce la afectación de los

**EL ACEITE
ESENCIAL SE
ENCUENTRA
INCORPORADO
EN LAS PAREDES
DEL ENVASE.**

SEGU

atributos sensoriales del alimento y permite una mayor efectividad antimicrobiana. Además, este tipo de sistema es atractivo para alimentos altamente porosos, dado que los compuestos volátiles del aceite esencial penetran a profundidades no alcanzables por los antimicrobianos no volátiles (Velázquez-Núñez *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2014).

En este tipo de sistemas, el aceite esencial debe ser incorporado en un material acarreador, que tanto puede ser introducido en el espacio de cabeza del envase o como una pelí-

cula constituyente de las paredes del envase. En cualquiera de los casos, la permeabilidad y porosidad del material transportador es importante ya que controlan el grado de liberación del aceite esencial hacia el alimento.

Cuando el aceite esencial se encuentra incorporado en las paredes del envase, estas deben presentar buenas propiedades de barrera, para evitar la pérdida de compuestos volátiles a través de las mismas, hacia el exterior del envase. En este caso, la liberación del antimicrobiano debe ser unilateral; de la película hacia

Aceite esencial	Tipo de emisor	Polímero transportador del aceite esencial	Microorganismos inhibidos	Referencia
Romero o tomillo	Esferas	Almidón de chícharo	<i>Listeria monocytogenes</i> , bacterias ácido lácticas y bacterias aerobias totales	Han <i>et al.</i> (2014)
Orégano	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Enteritidis</i> y <i>Penicillium</i> spp.	Passarinho <i>et al.</i> (2014)
Canela, orégano o zacate limón	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	Mesófilos aerobios	Espitia <i>et al.</i> (2012)
Orégano o zacate limón	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	Mesófilos aerobios, mohos filamentosos y levaduras	Medeiros <i>et al.</i> (2011)
Tomillo	Película	Polietileno de baja densidad	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>L. monocytogenes</i> y <i>E. coli</i> O157:H7	Solano y Gante (2012)
Tomillo	Película	Quitosano	Levaduras	Quesada <i>et al.</i> (2016)
Canela (85 %) y romero (15%)	Película	Proteína de suero de leche	<i>Penicillium</i> spp.	Ribeiro-Santos <i>et al.</i> (2017b)
Albahaca	Película	Proteína de pescado, gelatina de piel de pescado y nano-partículas de óxido de zinc	Bacterias psicrófilas, bacterias ácido lácticas, <i>Pseudomonas</i> y enterobacterias	Arfat <i>et al.</i> (2015)
Orégano	Película	Gelatina de carpa plateada y quitosano	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Bacillus</i> spp.	Wu <i>et al.</i> (2014)
Orégano o canela	Película	Quitosano o amaranto	<i>Aspergillus niger</i> y <i>Penicillium digitatum</i>	Avila-Sosa <i>et al.</i> (2012)

Tabla 1. Efecto antimicrobiano de la combinación de aceites esenciales con sistemas de envasado activo.

el espacio de cabeza del envase, y dependerá del tipo de polímero y del número de capas o poros del mismo. Efectivamente, se han realizados estudios en que se ha probado incluir aceites esenciales tales como los de tomillo, zacate limón, orégano y canela en diferentes polímeros, logrando reducir o anular, con tal combinación, el crecimiento de bacterias y mohos causantes de deterioro en alimentos. Los polímeros que han sido estudiados con este propósito son algunos de origen natural tales como alginato, quitosano, κ -carragenina, almidón, celulosa, gluten, proteína de suero de leche, proteína de soya, gelatina de piel de pescado y ácido poliláctico, pero también polímeros de origen fósil tal como el polietileno de baja densidad (Avila-Sosa *et al.*, 2012; Solano y Gante, 2012; Biji *et al.*, 2015; Quesada *et al.*, 2016).

Cuando el emisor activo es incorporado en el espacio de cabeza del envase puede consistir en un sachet, que tanto puede ser el transportador del antimicrobiano o contener un material en su interior, que transporta el aceite esencial. Por ejemplo, el aceite esencial puede estar contenido en esferas porosas, que se introducen dentro del sachet para su fácil incorporación dentro del envase. Dichas esferas deben ser hechas de un polímero con importante poder de emisión y presentar tamaño adecuado para la liberación del aceite esencial. El alginato, el quitosano, el almidón y la gelatina son ejemplos de polímeros usados en la encapsulación de aceites esenciales, por lo que pueden ser útiles en la preparación de las esferas mencionadas. Los estudios reportados acerca de esferas antimicrobianas

preparadas con aceites esenciales son escasos. Sin embargo, algunos autores reportan haber observado una reducción en la población de mohos y/o bacterias causantes de deterioro en alimentos, utilizando esferas preparadas con resina polimérica altamente adsorbente y aceites esenciales de romero, tomillo, zacate limón, orégano o canela (García-Ceja y López-Malo, 2012; Han *et al.*, 2014; Passarinho *et al.*, 2014; Quesada *et al.*, 2016). La tabla 1 muestra una recopilación de trabajos que han reportado el empleo de aceites esenciales en empaques activos. Para una mayor profundización en los temas tratados en esta nota, se recomienda leer el artículo de Paris y López-Malo (2018).

CONCLUSIÓN

El envasado activo constituye una alternativa para el control de la calidad sensorial y microbiológica de los alimentos frescos, tanto a través de sistemas de adsorción como de emisión de sustancias nocivas y benéficas al alimento, respectivamente. El desarrollo de sistemas activos de emisión de aceites esenciales constituye una potencial solución para la mitigación del deterioro microbiano de alimentos frescos, a través de la aplicación de aceites esenciales a películas o esferas poliméricas.

AGRADECIMIENTOS

La autora María J. Paris agradece a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y a la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) de México, por financiar sus estudios de doctorado en Ciencia de Alimentos.





María Joao da Silva Gabriela Paris

Estudió la Maestría directa en Ingeniería Biológica (2012) en el Instituto Superior Técnico (Lisboa). Actualmente estudia el Doctorado en Ciencia de Alimentos en la UDLAP, siendo su área de investigación la microbiología de alimentos, con enfoque en el desarrollo de envases

activos con aceite esenciales para la conservación de alimentos,

maria.dasilvagabrielaparisdl@udlap.mx



Aurelio López-Malo

Doctor en Química (Alimentos) por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y profesor del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos de la UDLAP desde 1987. Ha publicado más de doscientos artículos científicos en revistas indizadas de prestigio internacional en

el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Desde 1998 es investigador nacional (CONACYT), actualmente, SNI nivel 3, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. aurelio.lopezm@udlap.mx

REFERENCIAS

- Arfat, I. A., Benjakul, S., Vongkamjan, K., Sumpavapol, P. y Yarnpakdee, S. (2015). Shelf-life extension of refrigerated sea bass slices wrapped with fish protein isolate/fish skin gelatin-ZnO nanocomposite film incorporated with basil leaf essential oil. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6182-6193.
- Avila-Sosa, R., Palou, E., Jiménez Munguía, M. T., Navarro Cruz, A. R. y López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology*, 153, 66-72.
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O. y Srinivasa Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(19), 6125-6135.
- Espitia, P. J. P., Soares, N. F. F., Botti, L. C. M., Melo, N. R., Pereira, O. L. y Silva, W. A. (2012). Assessment of the efficiency of essential oils in the preservation of postharvest papaya in an antimicrobial packaging system. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(4), 307-316.
- García-Ceja, A. y López-Malo, A. (2012). Biopolímeros utilizados en la encapsulación. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 84-97.
- Gómez-Heincke, D., Martínez, I., Partal, P., Guerrero, A. y Gallegos, C. (2016). Development of antimicrobial active packaging materials based on gluten proteins. *Science of Food and Agriculture*, 96, 3432-3438.
- Han, J. H., Patel, D., Kim, J. E. y Min, S. C. (2014). Retardation of *Listeria monocytogenes* growth in mozzarella cheese using antimicrobial sachets containing rosemary oil and thyme oil. *Journal of Food Science*, 79(11), E2272-E2278.
- Medeiros, E. A. A., Soares, N. F. F., Polito, T. O. S., Sousa, M. M. y Silva, D. F. P. (2011). Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 363-370.
- Paris, M. J. y López-Malo, A. (2018). Combinación de tecnologías de envasado con la aplicación de aceites esenciales en la conservación de alimentos frescos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (documento en publicación).
- Passarinho, A. T. P., Dias, N. F., Camilloto, G. P., Cruz, R. S., Otoni, C. G., Morales, A. R. F. y Soares, N. F. F. (2014). Sliced bread preservation through oregano essential oil-containing sachet. *Journal of Food Process Engineering*, 37, 53-62.
- Quesada, J., Sendra, E., Navarro, C. y Sayas-Barberá, E. (2016). Antimicrobial active packaging including chitosan films with *Thymus vulgaris* L. essential oil for ready-to-eat meat. *Foods*, 5(3), 1-13.
- Reyes-Jurado, F., Franco-Vega, A., Ramírez-Corona, N., Palou, E. y López-Malo, A. (2015). Essential Oils: Antimicrobial activities, extraction methods, and their modeling. *Food Engineering Reviews*, 7, 275-297.
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., de Melo, N. R. y Sanches-Silva, A. (2017). Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 132-140.
- Ribeiro-Santos, R., Sanches-Silva, A., Motta, J. F. G., Andrade, M., Neves, I. A., Teófilo, R. F., de Carvalho, M. G. y de Melo, N. R. (2017b). Combined use of essential oils applied to protein base active food packaging: study in vitro and in a food simulant. *European Polymer Journal*, 93, 75-86.
- Schmid, M., Saengerlaub, S. y Mueller, K. (2016). Packaging concepts for fresh meat: a brief overview. *Austin Food Science*, 1(1), 1-3.
- Sen, C., Mishra, H. N. y Srivastav, P. P. (2012). Modified atmosphere packaging and active packaging of banana (*Musa spp.*): a review on control of ripening and extension of shelf life. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 3(9), 122-132.
- Solano, A. C. V. y Gante, C. R. (2012). Two different processes to obtain antimicrobial packaging containing natural oils. *Food Bioprocess Technology*, 5, 2522-2528.
- Velázquez-Núñez, M. J., Avila-Sosa, R., Palou, E. y López-Malo, A. (2013). Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. *Food Control*, 31, 1-4.
- Wu, J., Ge, S., Liu, H., Wang, S., Chen, S., Wang, J., Li, J. y Zhang, Q. (2014). Properties and antimicrobial activity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin-chitosan films incorporated with oregano essential oil for fish preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(1), 7-16.
- Wyrwa, J. y Barska, A. (2017). Innovations in the food packaging market: active packaging. *European Food Research and Technology*, 243, 1681-1692.



► Teselling the space, background and a new experiment

TESELANDO EL ESPACIO,

ANTECEDENTES Y UN NUEVO EXPERIMENTO

Por:  Guillermo Romero-Meléndez · Alejandra Rivera Gutiérrez · María del Pilar García de la Parra



Romero-Meléndez G., Rivera Gutiérrez A. y García de la Parra M. (2018). Teselando el espacio, antecedentes y un nuevo experimento. *Entorno UDLAP*, 7.  **Recibido:** 25 de mayo de 2018  **Aceptado:** 10 de agosto de 2018

RESUMEN

Se presenta un experimento que consiste en teselar el espacio tridimensional utilizando cuatro octaedros irregulares. Se incluye una introducción a los conceptos relacionados con las teselaciones: simetrías, grupos y orbificies, así como los antecedentes del presente trabajo.

PALABRAS CLAVE

Teselación • Simetrías • Grupo • Orbificie

ABSTRACT

An experiment consisting of tessellating three-dimensional space using four irregular octahedra is presented. An introduction to the concepts related to the tessellations is included: symmetries, groups and orbifolds, as well as the antecedents of the present work.

KEYWORDS

Tessellation • Symmetries • Group • Orbifold

INTRODUCCIÓN

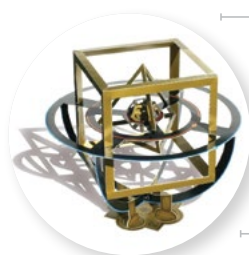
Las teselaciones son figuras que llenan el plano o el espacio, y fueron realizadas inicialmente por los artistas del islam en el primer milenio de nuestra era. Para lograrlo utilizaron figuras geométricas debido a las prohibiciones religiosas de usar otros motivos al adornar sus construcciones. Ejemplos de ellas las tenemos en La Alhambra en Granada, España; en Al Azrak, el Palacio Azul, en Irán, y en el Palacio Rosa en la India (Hattstein y Delius, 2004; Zahai, 1998).



LAS TESELACIONES SON FIGURAS QUE LLENAN EL PLANO O EL ESPACIO, ESTAS FIGURAS FUERON INICIADAS PRINCIPALMENTE POR LOS ARTISTAS DEL ISLAM

Al iniciar este proyecto los artistas islámicos nos estaban conduciendo a encontrar una nueva forma de la materia: los cuasicristales, los cuales tienen simetrías que antes se consideraban «prohibidas», como la pentagonal, y que tienen gran dureza y alta resistencia al calor, además de asemejarse a proyecciones de cristales que «viven» en dimensiones mayores a la tercera (Romero-Meléndez y García de la Parra, 2017). Las teselaciones del plano fueron trabajadas por personajes como: Alberto Dure-ro (1471-1528), Johannes Kepler (1571-1630), Maurits Escher (1898-1972) y Roger Penrose (1931-) (Křižek, Solc y Solcová, 2012). Dure-ro y Kepler utilizaron pentágonos, entre otras figuras, en sus diseños que intentaban llenar el plano, y es Kepler quien clasificó todas las formas de llenar el plano con figuras geométricas regulares convexas.

«
ESCHER DOMINÓ
CON GRAN
MAESTRÍA EL
ARTE DE LLENAR
EL ESPACIO CON
FIGURAS QUE
TIENEN «SENTIDO»,
UTILIZA FIGURAS
GEOMÉTRICAS,
ANIMALES E
INCLUSO PERSONAS
ENTRE OTROS
MOTIVOS.



KEPLER PROPUSO UN MODELO DEL SISTEMA SOLAR EN DONDE EL MOVIMIENTO DE LOS PLANETAS ESTUVIERA ENMARcado POR SÓLIDOS PLATÓNICOS ANIDADOS, EN SU OBRA *MISTERIO DEL COSMOS* (HAWKING, 2010).

Kepler propuso un modelo del sistema solar en donde el movimiento de los planetas estuviera enmarcado por sólidos platónicos anidados, en su obra *Misterio del cosmos* (Hawking, 2010). Escher dominó con gran maestría el arte de llenar el espacio con figuras que tienen «sentido», utilizando figuras geométricas, animales e incluso personas, entre otros motivos. Sus diseños pueden tener dos o tres dimensiones, e incluso pueden combinar ambas. También exploró la creación de figuras que no pueden existir en nuestro universo, porque violarían algún principio físico, como el principio de conservación de la energía, o algunas figuras que no pueden existir en ningún espacio en el que se tenga la noción matemática de ángulo y distancia, como el triángulo de Penrose o «tribar» que redescubrió Penrose cuando era niño (se atribuye originalmente al artista Oscar Reutersvärd [1915-2002]). Escher se dejó inspirar conscientemente por la matemática y en alguna de sus obras aparecen –en forma artística– construcciones matemáticas, como por ejemplo el plano hiperbólico, así como la representación gráfica de paradojas matemáticas pertenecientes a la teoría de los conjuntos (Ernst, 1990; Coxeter, 1986). Roger Penrose, además de la teselación que lleva su nombre, realizó importantes trabajos en la teoría matemática de las matrices,

y en astrofísica, en colaboración con Stephen Hawking. Recientemente ha mantenido discusiones polémicas con expertos de las ciencias de la computación opinando que, para darle una conciencia a las computadoras, se debe mejorar la mecánica cuántica actual (Penrose, 1999, 2008).

Tradicionalmente las figuras que se utilizan en las teselaciones tienen como elementos importantes a sus simetrías, entendiéndolas como movimientos o acciones que no alteran las figuras. Éstas se convirtieron en herramientas indispensables para las ciencias, como por ejemplo en la física de partículas (algunas partículas fueron «detectadas» teóricamente al calcular matemáticamente simetrías). El estudio de las simetrías llevó a crear la estructura matemática de «Grupo», el cual es un conjunto con una operación que posee ciertas propiedades que nos recuerdan las de la suma en los números reales: si sumamos dos números reales obtenemos un número real, se cumple la propiedad asociativa, existe un elemento neutro (en la suma es el cero) que no afecta a los otros números a operar con ellos, todo elemento del grupo tiene su inverso: dado un elemento a de grupo, existe un elemento $-a$ que al operar con a obtenemos el elemento neutro ($a+(-a)=0$ en la suma) (Hall, 1979).

La teoría de los grupos fue imaginada por primera vez por los matemáticos: Evaristo Galois (1811-1832) y Niels Henrik Abel (1802-1829) a inicios del siglo XIX y ocupa un lugar central en la matemática, la física y la química (Livio, 2005). Los conceptos de simetría, teselaciones y grupos se funden en el concepto de «orbificie» que significa una superficie teselada, a la cual se le calculan sus simetrías (Montesinos, 2010). La teselación del espacio inicia con un error de Aristóteles, de creer que se podía llenar el espacio con tetraedros regulares, siguiendo con un diseño formado por un octaedro y dos tetraedros que sí teselan el espacio y dos figuras más que también lo logran: el octaedro truncado y el dodecaedro rómbico (Alcina, 2011).

Este trabajo presenta una manera de lograr la teselación del espacio, consistente en utilizar una figura formada por cuatro octaedros irregulares que, al repetirla, llena el espacio. Para el diseño computacional de las figuras, se utilizó el programa Wolfram Mathematica. Este trabajo se basa en la tesina de la segunda autora, realizada con la supervisión del primer autor, presentada para obtener el grado de Licenciatura en Actuaría de la Universidad de las Américas Puebla (Rivera Gutiérrez, 2016). Se tiene como antecedente del presente trabajo los diseños tridimensionales realizados por la tercera autora y el primer autor. En ese trabajo se diseñó una figura de cinco dimensiones cuya proyección en tres dimensiones se muestra en la figura 7. Al proyectar ésta, a su vez, en dos dimensiones se obtiene una teselación del plano que utiliza los rombos de Penrose. Al hacer un estudio de difracción a las figuras obtenidas se obtuvieron patrones similares a los obtenidos por el Pre-

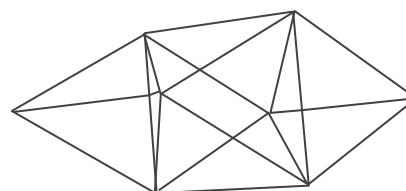


Figura 1. Dos tetraedros y un octaedro que teselan el espacio.

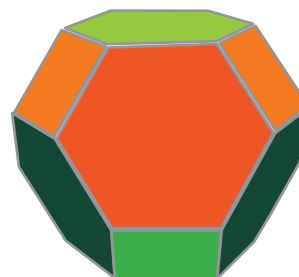


Figura 2. Octaedro Truncado o Tetrakaidecahedro.

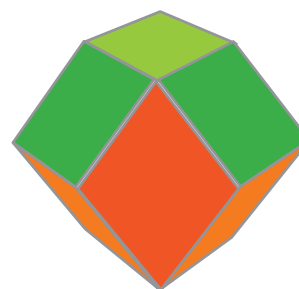


Figura 3. Dodecaedro Rómbico.

Siglo XIX

LA TEORÍA DE
LOS GRUPOS FUE
IMAGINADA POR
PRIMERA VEZ POR
LOS MATEMÁTICOS:
EVARISTO GALOIS Y
NIELS HENRIK ABEL.

mio Nobel Daniel Schechtman (1941-), el descubridor de los cuasicristales (Romero-Meléndez y García de la Parra, 2017).

● Un error geométrico de Aristóteles

Hace aproximadamente unos 2,300 años, Aristóteles (384-322 a. C.) afirmó que se podía llenar el espacio con tetraedros regulares, dicha afirmación inició una serie de errores históricos que incluyeron a personajes famosos: Simplicius de Cilicia (490-560) y Averroes (1126-1198) afirmaron que el espacio alrededor de un punto se llena con doce tetraedros regulares y Roger Bacon (1214-1294) escribió que veinte tetraedros regulares llenan el espacio. La corrección del error de Aristóteles se debe a Peter de Auvergne (1240-1304), quien mencionó que la afirmación de Aristóteles era contraria a la percepción y a la razón, y a Regiomontanus (Johannes Müller von Königsberg [1436-1476]) y Paul de Middelburg (1445-1543), quienes afirmaron que no era posible llenar el espacio usando cualquier número de tetraedros regulares. Francesco Maurolico (1494-1575) corrigió el error de Aristóteles al lograr teselar el espacio utilizando un cuerpo geométrico (mostrado en la figura 1) obtenido al unir dos tetraedros regulares con un octaedro regular con lados de la misma longitud. La importancia del reto que planteó Aristóteles a la humanidad en su afirmación la podemos aquilatar en un comentario que escribió David Hilbert (1862-1943), al final del problema 18, en su propuesta de 23 problemas que planteó en el Congreso Internacional de Matemáticas de 1900, en el que pregunta sobre la manera en que se pueden situar tetrae-

drod regulares en el espacio, para que lo llenen más densamente (Lagarias y Zong, 2012). Otras figuras que llenan el espacio se muestran a continuación (Alsina, 2011).

● Teselación de Penrose

Johannes Kepler se interesó en calcular las diferentes formas de llenar el plano con polígonos regulares y concluyó que hay once maneras de lograrlo y son las que se muestran en la figura 4 (Křižek, Solc y Solcová, 2012).

Las figuras 4-6 fueron realizadas por la tercera autora y el primer autor (Romero-Meléndez y García de la Parra, 2017).

El físico, matemático y cosmólogo inglés Roger Penrose diseñó un rompecabezas para uno de sus amigos que estaba internado en un hospital, el cual tesela el espacio utilizando rombos regulares y tiene simetría pentagonal local. Los rombos que utilizó Penrose se muestran en la figura 5:

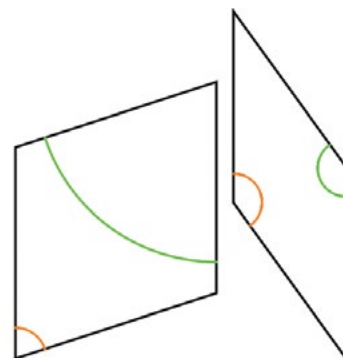
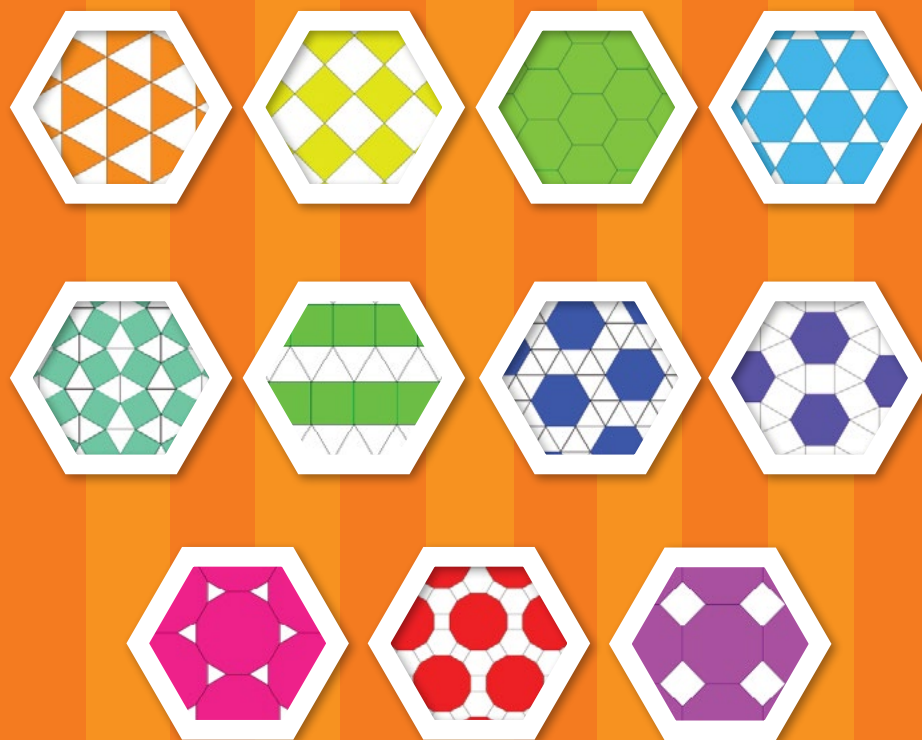


Figura 5. Rombos de Penrose.

FIGURA 4. TESELACIONES DEL PLANO UTILIZANDO POLÍGONOS REGULARES CONVEXOS.



El color de los arcos indica el modo de pegado. La teselación que se obtiene es similar a la mostrada en la figura 6:

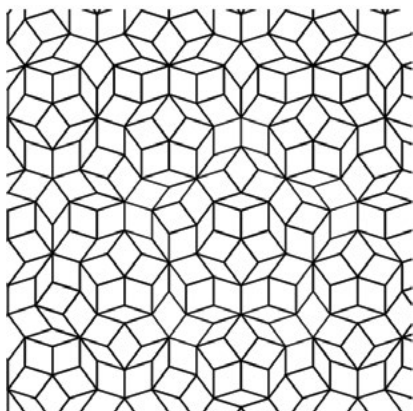


Figura 6. Teselación de Penrose.

● Estructura espacial que se proyecta en una teselación de rombos de Penrose

La figura 7 fue realizada por la tercera autora y el primer autor (Romero-Meléndez y García de la Parra, 2017) es la proyección en tres dimensiones de una estructura de dimensión 5. Se proyecta a su vez en una teselación de rombos de Penrose en el plano.

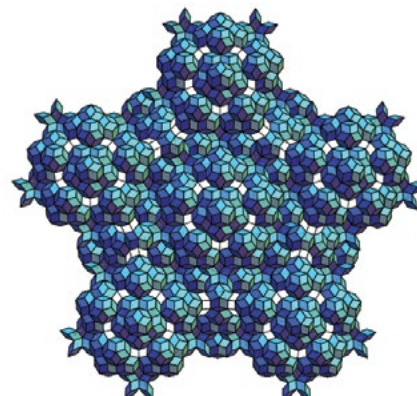


Figura 7. Estructura que se proyecta en una teselación de rombos de Penrose.

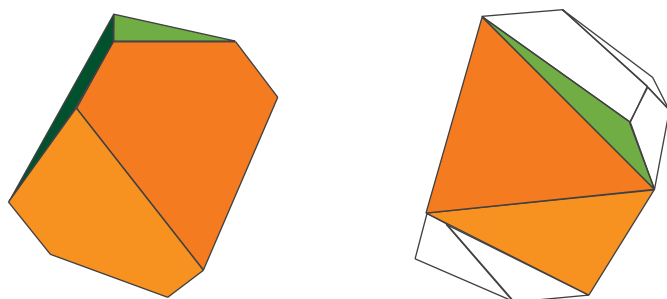


Figura 8. Obtención del octaedro inicial al truncar el sólido de Durero.

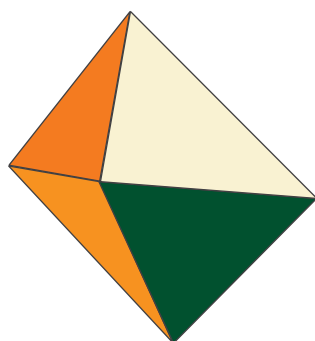


Figura 9. Primer octaedro.

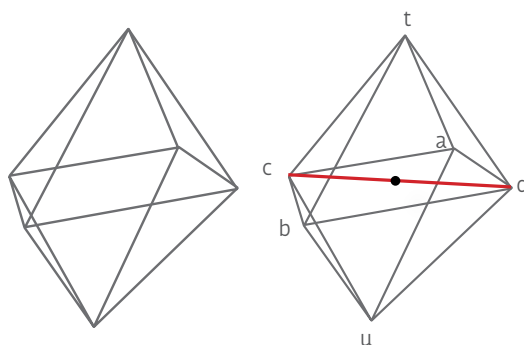


Figura 10. Simetrías del primer octaedro: rotación de 180° con respecto a la línea cd .

● Teselando el espacio con octaedros irregulares

Lo expuesto anteriormente nos motivó a producir una forma de llenar el espacio con octaedros (irregulares). El octaedro inicial fue producido al truncar un romboedro que aparece en una obra del artista alemán Alberto Durero (ver figura 8).

Alberto Durero fue el primero en pintar motivos de la naturaleza y animales, y es considerado «el Leonardo da Vinci alemán» (Triadó Tur y Serra Perarnau, 2002). En su libro *Instituciones de geometría* describe las primeras tres dimensiones de una manera tan moderna que pudiera leerse actualmente en los textos de matemáticas (Durero, 1979). En su obra titulada *Melancolía I*, presenta un sólido, romboedro truncado, el cual es la base del presente trabajo. La idea original era intentar llenar el espacio utilizando dicha figura, pero como es muy irregular, se decidió hacer una modificación del poliedro de Durero, truncarlo y obtener el octaedro que se muestra en la figura 8.

El primer octaedro obtenido a partir del romboedro truncado tiene seis vértices, cuyas coordenadas en el espacio tridimensional son: $a = (1.538, 0.888, 0.961)$, $b = (-1.538, -0.888, -0.961)$, $c = (1.538, -0.888, -0.961)$, $d = (-1.538, 0.888, 0.961)$, $t = (0, -1.776, 0.961)$, $u = (0, 1.776, -0.961)$. Cuenta con las ocho caras triangulares: $\{t, a, c\}$, $\{u, b, c\}$, $\{t, c, b\}$, $\{t, a, d\}$, $\{a, u, c\}$, $\{d, a, u\}$, $\{d, u, b\}$, $\{d, t, b\}$, y se muestra en la figura 9.

Las simetrías no triviales encontradas en el primer octaedro se muestran en las figuras 10 y 11.

El método que se utilizó para calcular las simetrías es el siguiente: se buscaron las transformaciones que enviaran al conjunto de vértices: $\{a, b, c, d, t, u\}$ en el mismo, con la propie-

dad de que preservaran distancias y caras. Las únicas transformaciones encontradas con esa propiedad fueron: la transformación que envía al conjunto ordenado (a, b, c, d, t, u) en (a, b, c, d, t, u) , la transformación que envía (a, b, c, d, t, u) en (d, c, b, a, t, u) , y la transformación que envía (a, b, c, d, t, u) en (b, a, c, d, u, t) , que corresponden a la simetría trivial, y la rotación y reflexión mencionadas.

Con base en el cuerpo poliédrico inicial, trasladando tres de sus vértices, se obtuvo un segundo cuerpo geométrico que, conjuntamente con el primero, produce columnas tridimensionales. Este segundo octaedro tiene vértices con coordenadas: $a = (-1.538, 2.665, 2.884)$, $b = (-1.538, 0.888, 0.961)$, $c = (0, -1.776, 0.961)$, $d = (0, 0, 2.884)$, $t = (-3.077, 0, 2.884)$, $u = (1.538, 0.888, 0.961)$. Cuenta con las ocho caras triangulares: $\{t, a, b\}$, $\{t, b, c\}$, $\{t, c, d\}$, $\{t, d, a\}$, $\{u, a, d\}$, $\{u, b, a\}$, $\{u, c, b\}$, $\{u, c, d\}$. Al igual que el primer octaedro tiene como simetrías no triviales, una rotación de 180° y una reflexión (se muestra en la figura 12).

Después se obtuvieron dos cuerpos poliédricos adicionales que ensamblan dichas columnas para llenar el espacio tridimensional. El primero de ellos es el tercer octaedro y tiene vértices cuyas coordenadas son: $a = (-1.538, -0.888, -0.961)$, $b = (-3.007, -1.776, 0.961)$, $c = (-3.077, 0, 2.884)$, $d = (-1.538, 0.888, 0.961)$, $t = (0, -1.776, 0.961)$, $u = (-4.616, 0.888, 0.961)$. Cuenta con las ocho caras triangulares: $\{t, a, b\}$, $\{t, b, c\}$, $\{t, c, d\}$, $\{t, d, a\}$, $\{u, a, b\}$, $\{u, b, c\}$, $\{u, c, d\}$, $\{u, d, a\}$. Al igual que los dos primeros octaedros tiene como simetrías no triviales, una rotación de 180° y una reflexión (se muestra en la figura 13).

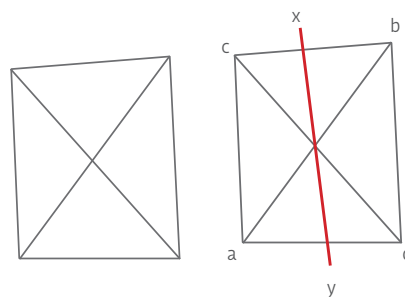


Figura 11. Simetrías del primer octaedro: reflexión con respecto al plano perpendicular a la figura y que pasa por la línea xy .



Figura 12. Segundo octaedro.

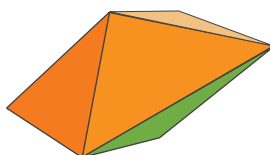


Figura 13. Tercer cuerpo poliédrico.

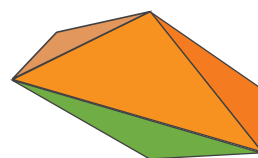
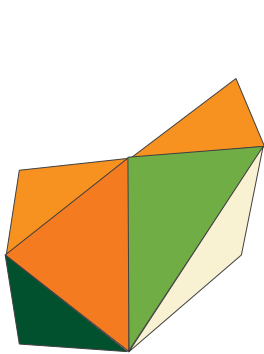
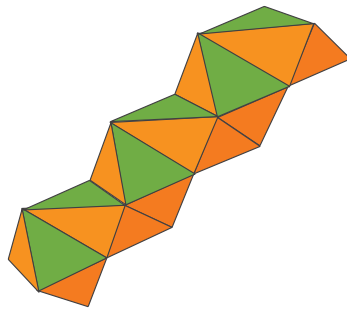


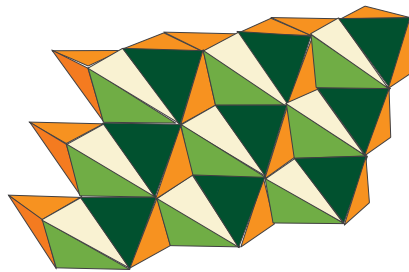
Figura 14. Cuarto cuerpo poliédrico.



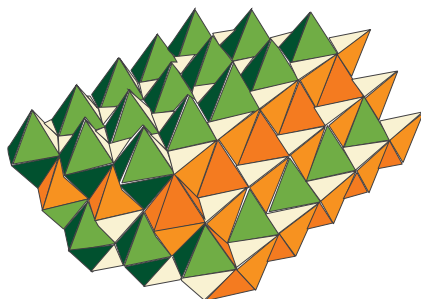
 **Figura 15.** Primer y segundo cuerpos poliédricos.



 **Figura 16.** Primera columna tridimensional utilizando el primero y segundo octaedros.



 **Figura 17.** Primera columna tridimensional con desplazamientos.



 **Figura 18.** Espacio teselado.

El cuarto octaedro tiene vértices con las coordenadas: $a = (0, -1.776, -0.961)$, $b = (-1.538, -2.665, 2.884)$, $c = (-1.538, -0.888, 4.806)$, $d = (0, 0, 2.884)$, $t = (1.538, -2.665, 2.884)$, $u = (-3.077, 0, 2.884)$. Cuenta con las ocho caras triangulares: $\{t, a, b\}$, $\{t, b, c\}$, $\{t, c, d\}$, $\{t, d, a\}$, $\{u, a, b\}$, $\{u, b, c\}$, $\{u, c, d\}$, $\{u, d, a\}$. Al igual que los tres primeros octaedros tiene como simetrías no triviales, una rotación de 180° y una reflexión (se muestra en la figura 14).

En las figuras 15-18 se muestra el proceso que se llevó a cabo para teselar el espacio utilizando los cuatro octaedros o cuerpos poliédricos.

La razón por la cual los cuatro cuerpos geométricos teselan el espacio es la siguiente: el primero y el segundo octaedro forman columnas tridimensionales que se pueden extender, tanto como se quiera, hacia arriba, abajo, adelante y atrás, como se observa en las figuras 17 y 18. Los huecos que quedan son llenados por el tercero y el cuarto octaedro que se muestran en verde y naranja en la figura 18.

◆◆ CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se describió una manera de teselar el espacio, utilizando cuatro octaedros irregulares que provinieron de una modificación del romboedro truncado presentado en la obra titulada *Melancolía I* del artista Alberto Durero. Adicionalmente se calcularon las simetrías de los octaedros utilizados.

Agradecemos a la Ing. María Magdalena Tortero Noboa por la corrección de estilo de este trabajo.



Guillermo A. Romero

Meléndez nació en la Ciudad de México, estudió Matemáticas en el IPN, en el CINVESTAV y en la Universidad de Heidelberg, Alemania. Realizó estancias de investigación en la

Universidad de Siena, Italia y en la Universidad de la República del Uruguay. Ha publicado trabajos sobre geometría, complejidad y fractales, y sus aplicaciones a la física, la economía y las artes. Es profesor de la UDLAP desde 1990. guillermoa.romero@udlap.mx



Alejandra Rivera

Gutiérrez nació en Tuxpan, Ver. estudió la Licenciatura en Actuaría en la UDLAP. Realizó una colaboración para el artículo titulado

«Teselaciones de Penrose y Cuasi-cristales: imaginando una nueva forma de la materia desde el arte y la recreación matemática» (Romero-Meléndez y García de la Parra, 2017). Para la obtención de su grado, escribió la tesina: *Teselando el espacio con Octaedros Irregulares* utilizada en el presente artículo.

alejandra.riveragz@gmail.com



María del Pilar García de la Parra

Estudió la Licenciatura en Física en la UDLAP y la Maestría en Lógica Pura en la Universidad de Barcelona. Ahora trabaja en ciber seguridad en

AgileBites (1Password) en Toronto. rpilar.garciada@icloud.com

REFERENCIAS

- Alsina, C. (2011). *Las mil caras de la belleza geométrica*. España: National Geographic.
- Coxeter, B. (1986). *M. C. Escher, art and science*. Amsterdam: North Holland.
- Durero, A. (1979). *Instituciones de geometría. Traducción del latín al español e introducción de J. Ymhoff Cabrera*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ernst, H. S. M. (1990). *El espejo mágico de Maurits Cornelis Escher*. Berlin: Taschen.
- Hall, M. (1979). *Teoría de grupos*. México: Trillas.
- Hattstein, M., Delius P. (Eds.) (2004). *Islam arte y arquitectura*. Königswinter: Könemann.
- Hawking, S. (2010). *A hombros de gigantes*. Barcelona: Crítica.
- Křižek, M., Solc, J. y Solcová A. (2012). *Is there a crystal lattice possessing five-fold symmetry?*. *Notices of the AMS*, 59(1), 22-30.
- Lagarias, J. C. y Zong C. (2012). *Misteries in packing regular tetrahedra*. *Notices of the AMS*, 59(11), 1540-1549.
- Livio, M. (2005). *La Ecuación jamás resuelta*. México: Ariel.
- Montesinos-Amilibia, J. M. (2010). Grupos cristalográficos y topología en Escher. *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Mat. (Esp)*, 104(1), 22-47.
- Penrose, R. (1999). *The Emperor's new mind*. Great Britain: Oxford University Press.
- Penrose, R. (2008). *El camino a la realidad*. México: Debate.
- Rivera-Gutiérrez, A. (2016). *Teselando el espacio con octaedros irregulares* (tesina de licenciatura no publicada). Universidad de las Américas Puebla.
- Romero-Meléndez, G. y García de la Parra, M. D. P. (2017). Teselaciones de Penrose y cuasi-cristales: imaginando una nueva forma de la materia desde el arte y la recreación matemática. En M. A. Méndez-Rojas, *Arte y ciencia, ciencia y arte* (pp. 88-110). Puebla: UDLAP, CONACYT y Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.
- Rivera-Gutiérrez, A. (2016). *Teselando el espacio con octaedros irregulares* (tesina de licenciatura no publicada). Universidad de las Américas Puebla.
- Triadó-Tur, J. R. y Serra-Perarnau, A. (2002). *Durero*. Madrid: Susaeta.
- Zahai, L. R. (1998). *Arquitectura imaginaria Al Azrak, el palacio azul*. México: Artes de México, Conaculta.

RII



- Mitigation of hydro-meteorological risks for homes in Mexico: a challenge that requires disposable income.

MITIGACIÓN DE RIESGOS

35

HIDROMETEOROLÓGICOS para casa habitación en México

Por:  Einar Moreno Quezada

RESUMEN

Las áreas urbanas y rurales de México continúan experimentando riesgos de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones. Una alternativa para mitigar sus efectos es la contratación de seguros. En este artículo, tomando como base la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos, en contraste con las tarifas de compañías aseguradoras, se analiza el acceso de los ciudadanos a esta alternativa y se proponen esquemas de aseguramiento viables, como la participación proporcional entre ciudadanos y gobierno.

PALABRAS CLAVE:

Riesgos climáticos · Aseguramiento de la vivienda · Financiamiento de seguros · Adaptación al cambio climático

ABSTRACT

Mexico's urban and rural areas continue to experience risks of extreme weather events, such as droughts and floods. An alternative to mitigate its effects is the insurance contracting. In this article, based on the National Survey of Income and Expenses, in contrast to the rates of insurance companies, citizen access to this alternative is analyzed, and viable insurance schemes are proposed, such as proportional participation between citizens and government.

KEY WORDS

Climatic risks · Housing insurance · Insurance financing · Adaptation to climate change



SEGURO PARA CASA HABITACIÓN

VALOR DE LA VIVIENDA: HASTA \$1,500,000.00 MN

AFIRME CASA AFIRME PLUS BANCA

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$3,786.56

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$7,757.36

SEGUROS BANORTE SEGURO DE HOGAR BANORTE

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$5,175.97

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$8,408.61

BANCO DE BAJÍO. ROYAL & SUNALLIANCE SEGUROS (MÉXICO) S.A. DE C.V. PAQUETE PROTECCIÓN TOTAL

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$8,442.00

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$11,916.00

INBURSA LÍNEA HABITT

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$4,981.34

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$4,981.34

BANAMEX TIEMPOS DE HOGAR

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$6,420.48

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$12,059.92

SANTANDER CASA SEGURA

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$6,723.00

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$10,987.00

HSBC SEGURO DE CASA HABITACIÓN

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$6,745.32

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$11,918.96

BBVA BANCOMER HOGAR SEGURO PLAN PLUS

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$15,968.07

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO * /
SÍSMICA 2**

\$15,968.07

COSTO PROMEDIO

Prima anual
en pesos
**RIESGO MEDIO * /
SÍSMICA 2**

\$7,280.34

Prima anual
en pesos
**RIESGO ALTO* /
SÍSMICA 3**

\$10,499.66

Tabla 1 *Prima total anual, incluye derecho de póliza e impuestos.
Fuente: CONDUSEF 2017.

Áreas urbanas y rurales se encuentran experimentando retos importantes en materia de agua. Por un lado, tenemos los casos en donde el exceso de precipitación exige la rápida cuantificación de los daños y la pronta recuperación de la infraestructura y, por otro, se encuentran las sequías que encarecen el líquido vital y generan problemas de salud pública. En ambos casos, para mitigar el riesgo, se encuentra la alternativa de contratación de seguros.

A la expectativa de los resultados que nos dará la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018 podemos previamente contrastar los resultados del estudio anterior contra las tarifas que compañías aseguradoras como AFIRME, BANORTE, Banco de Bajío, Royal & SunAlliance, Inbursa, Banamex, Santander, HSBC y BBVA Bancomer ofrecen en materia de seguros para casa habitación.

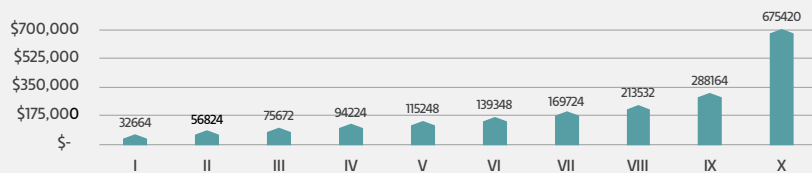
Aunque todas las compañías aseguradoras incluyen coberturas de riesgos hidrometeorológicos, se recomienda, previo a la contratación de cualquiera de ellas, leer detenidamente las condiciones generales de la cobertura, ya que ahí se encontrarán descritas las características y condiciones del seguro y, posterior a la contratación de la cobertura, revisar que en la carátula de la póliza se especifique el límite máximo de responsabilidad para las coberturas, el deducible (en pesos y/o porcentaje) que se aplicará en cada cobertura y la coincidencia de las condiciones generales con la información previamente recibida.

De acuerdo con los cuadros comparativos publicados por la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF), para el 2017 se tiene la siguiente información disponible:

Como se puede observar en la tabla 1, en algunos casos el cambio de zona de riesgo puede llegar a incrementar en más del 100% el costo de la póliza (Casa Afirme), aunque también hay casos en que no representa ningún sobrecosto (Inbursa y BBVA Bancomer). En promedio, el costo anual para adquirir la cobertura de casa habitación es de \$8,890.00 MN para una vivienda con valor de hasta \$1,500,000.00 MN.

Los resultados de la ENIGH (2016) estiman que en México existen 33.5 millones de hogares, con 3.7 integrantes promedio por hogar, de los que 23.2% residen en localidades rurales y 76.8% en localidades urbanas. Para presentar los ingresos por hogar se dividió el total de hogares en diez partes iguales obteniendo la siguiente distribución (Figura 1):

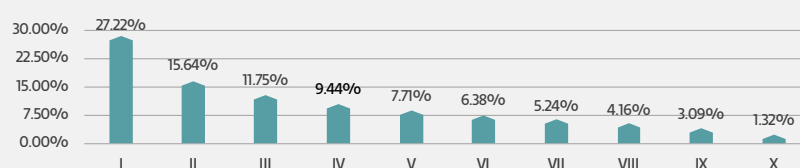
Figura 1. Ingreso corriente total anual por hogar en deciles de hogares



Fuente: ENIGH 2016.

Considerando el costo promedio anual de \$8,890.00 para la adquisición de un seguro de casa habitación, los porcentajes que cada decil de hogares tendría que dedicar de su ingreso corriente total anual serían los siguientes (Figura 2):

Figura 2. Porcentaje anual del ingreso total para la adquisición de una cobertura de casa habitación

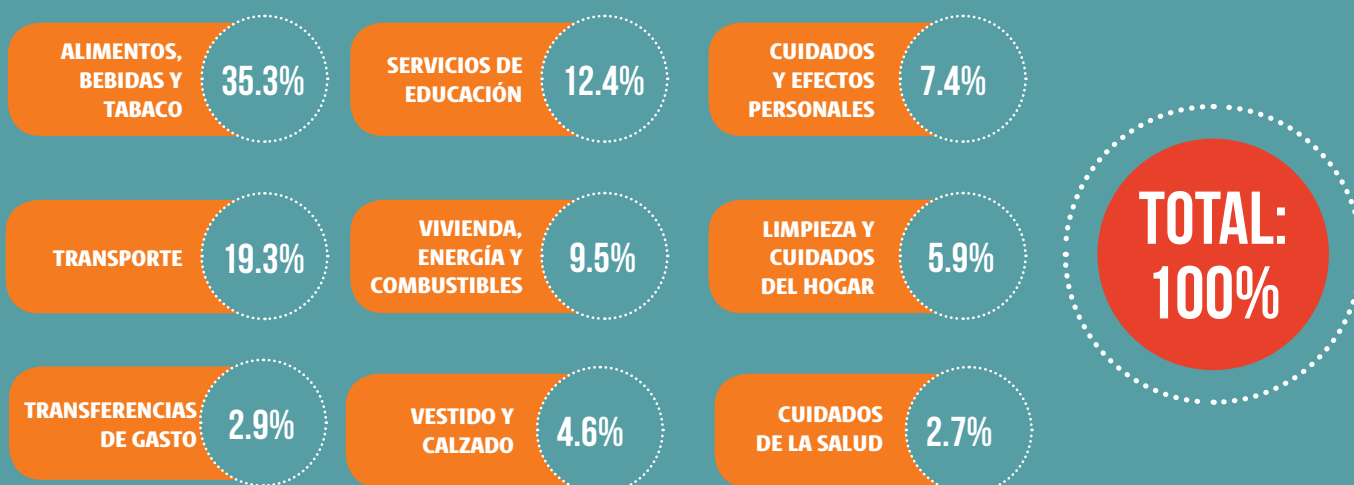


Fuente: elaboración con datos de la ENIGH 2016 y CONDUSEF 2017.

Cada decil representa a 3.35 millones de hogares en nuestro país, por lo que se observa que más de diez millones de hogares tendrían que asignar un porcentaje mayor al 11% de su ingreso total para el aseguramiento de su vivienda. El porcentaje llega hasta un 27.22 % para el decil con menor ingreso. La probabilidad de que los hogares que deben destinar más del 11% de su ingreso total anual realmente lo hagan es baja, no debido a la falta de sensibilidad o a un nivel bajo de aversión al riesgo sobre la cobertura del mismo, sino a la insuficiencia del ingreso disponible. A continuación se observará el comportamiento de las proporciones y categorías de gasto por hogar, según la misma ENIGH 2016:

La tabla 2 considera un gasto anual promedio de \$112,572.00 a nivel nacional, por lo que, considerando nuevamente el costo de \$8,890.00 de la cobertura, éste representa el 7.9% en promedio de asignación por hogar. Observemos ahora, en los mismos términos de gasto, pero por entidad federativa, el porcentaje que representa por hogar anualmente la adquisición de coberturas para casa habitación, considerando el mismo costo promedio de la cobertura.

TABLA 2. PROPORCIONES DE GASTO CORRIENTE POR HOGAR



La tabla 3 anterior muestra 18 entidades federativas por arriba del 7.9% de la media nacional y hasta un porcentaje de 13.7% en el caso de Chiapas. Adicional a Chiapas, los estados de Veracruz, Hidalgo, Guerrero y Oaxaca superan el 10%.

El bajo poder adquisitivo de la población para la adquisición de coberturas de casa habitación que contemplen riesgos meteorológicos debe ser razón suficiente para calibrar los seguros disponibles. Al día de hoy los seguros o coberturas de casa habitación incluyen en general la cobertura a causa de:

- Incendio y/o rayo (edificio y contenidos)
- Extensión de cubierta (edificio y contenidos)
- Fenómenos hidrometeorológicos (edificio y contenidos)
- Remoción de escombros (edificio y contenidos)
- Gastos extraordinarios (edificio y contenidos)
- Cristales (edificio y contenidos)
- Robo de contenidos
- Robo de joyas y/o artículos de difícil reposición
- Dinero en efectivo
- Equipo electrodoméstico y electrónico
- Responsabilidad civil familiar
- Responsabilidad civil patronal
- Servicios de asistencia
- Terremoto y erupción volcánica (edificio y contenidos)

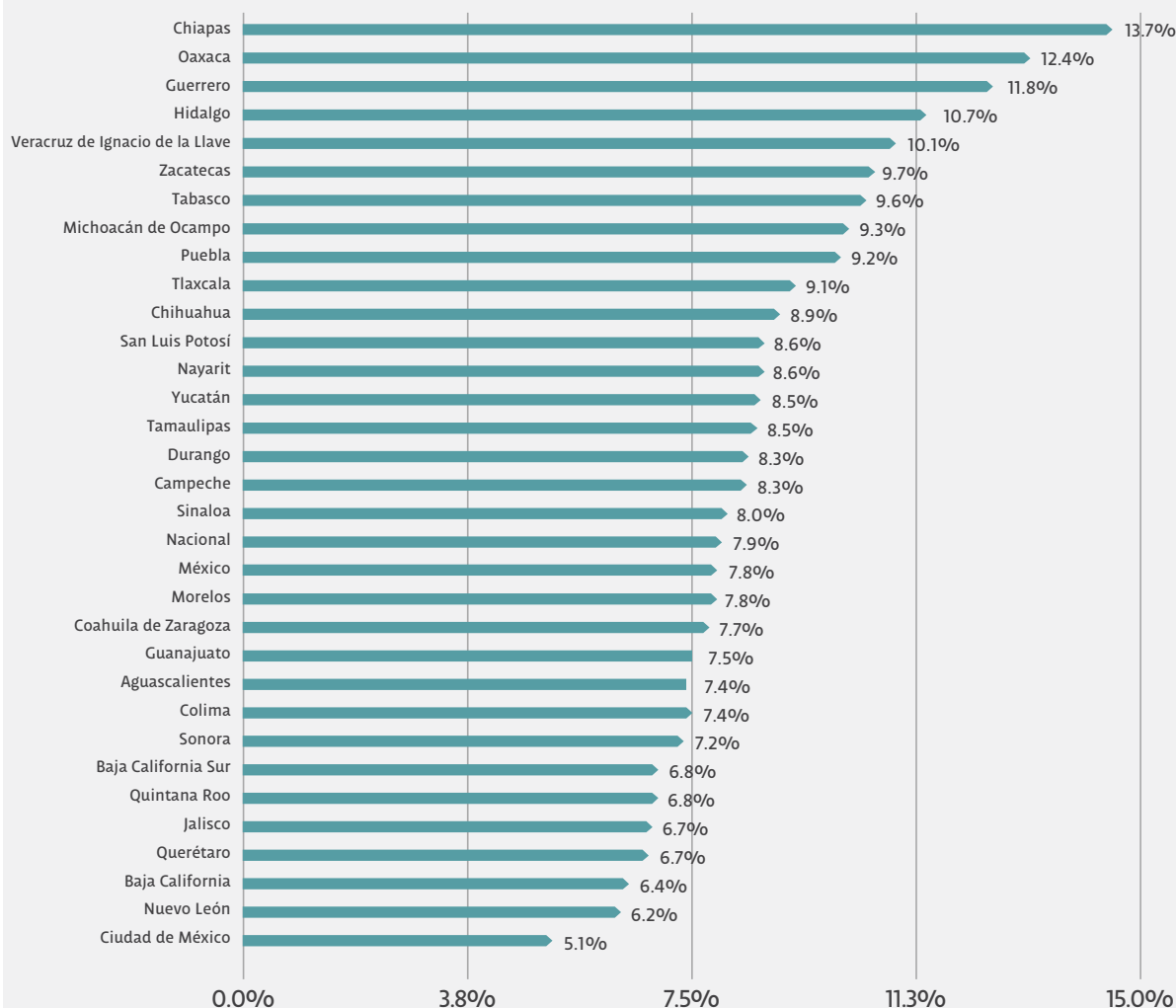
Considerando el impacto derivado de una inundación podríamos seleccionar únicamente la cobertura para fenómenos hidrometeorológicos, es decir, una (7.14%) de las catorce opciones disponibles. Es momento de que las aseguradoras

ofrezcan productos que contemplen coberturas a la medida, coberturas que se dirijan a la mitigación del riesgo en particular que al usuario le preocupe. Así, lo que se busca es que los productos de las empresas aseguradoras sean más competitivos en precio, maximizando la posibilidad de que el usuario se encuentre protegido –principalmente– del impacto de fenómenos hidrometeorológicos.

En materia de política pública, el gobierno federal, estatal y municipal pueden –y deben– entrar en acción presupuestando la adquisición de coberturas que cubran los riesgos hidrometeorológicos de colonias, municipios o regiones enteras. En 2017 los recursos autorizados para el Fondo Natural de Desastres Naturales (FONDEN) con declaratoria de desastre por impacto de riesgo hidrometeorológico superan los tres mil millones de pesos. Será difícil mantener fondos suficientes para los años venideros considerando el creciente número de tormentas tropicales y huracanes al año que impactan a nuestro país.

Ya que los recursos gubernamentales son finitos, los ciudadanos pueden participar en la adquisición de coberturas. Una alternativa de fondeo para este tipo de iniciativas contemplaría una participación proporcional entre sociedad y gobierno. Los mecanismos de recaudación pueden establecerse inclusive utilizando contribuciones ya instaladas como el pago del impuesto predial o a través de los organismos operadores de agua potable y alcantarillado. Gobierno y sociedad deben desarrollar una cultura preventiva de gestión de riesgos.

Tabla 3. Porcentaje del gasto corriente anual para adquirir la cobertura de casa habitación por entidad federativa



Fuente: elaboración con datos de la ENIGH 2016 y CONDUSEF 2017.



Einar Moreno Quezada

Doctor en Ciencias Financieras por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Ciudad de México. Actualmente miembro del Sistema Nacional de

Investigadores con el nivel de Candidato. Es director académico del Departamento de Finanzas y Contaduría de la Escuela de Negocios y Economía en la Universidad de las Américas Puebla. Dentro de la UDLAP también ha tenido a su cargo distintos puestos administrativos como director general de Mercadotecnia y director de UDLAP Consultores. Sus áreas de especialidad son Contabilidad y Finanzas y Planeación Estratégica, Mercadotecnia y Desarrollo Organizacional mismas en las que realiza programas de consultoría empresarial, enar.moreno@udlap.mx



ENLACES DE INTERÉS:

- CONDUSEF. Seguro de Hogar de Alto Riesgo
<https://www.condusef.gob.mx/comparativos/comparativos.php?idc=3&im=seguros.jpg&h=1>
- CONDUSEF. Seguro de Hogar de Bajo Riesgo
<https://www.condusef.gob.mx/comparativos/comparativos.php?idc=3&im=seguros.jpg&h=1>
- INEGI. Resultados de Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016 http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/enigh/enigh_08.pdf
- Recursos autorizados Fondo Nacional de Desastres (FONDEN) 2018
http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Recursos_Autorizados_por_Declaratoria_de_Desastre
<http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/36/27/images/2018FONDEN.pdf>



► Some risk factors for listeriosis associated with cold meats

ALGUNOS FACTORES DE **RIESGO PARA LISTERIOSIS** asociados con carnes frías

41

Por:  Leonor Lastra-Vargas · Aurelio López-Malo · Enrique Palou

RESUMEN

La listeriosis, causada por la ingesta de la bacteria *Listeria monocytogenes*, es una enfermedad transmitida por alimentos que afecta principalmente a personas de la tercera edad, mujeres embarazadas, bebés e individuos inmunocomprometidos. La listeriosis se relaciona, entre otros alimentos, con productos cárnicos listos para el consumo (carnes frías) gracias a que éstos pueden ser contaminados en el punto de venta, y a que por lo general no son lavados ni cocinados antes de su consumo. Además, esta bacteria puede sobrevivir y replicarse a las temperaturas de refrigeración a las que normalmente son almacenados algunos de estos productos. Muchos casos de listeriosis se podrían evitar reformulando los productos con el uso de antimicrobianos, tanto convencionales como aquellos considerados parte de una «etiqueta limpia», al ser utilizados como ingredientes en la formulación de las carnes frías siempre y cuando su eficacia sea validada por estudios adecuados.

PALABRAS CLAVE:

Listeriosis · Carnes frías · Antimicrobianos



◆ ABSTRACT

Listeriosis is a food borne disease caused by the ingestion of the bacteria *Listeria monocytogenes*. The disease mainly affects the elderly, pregnant women, babies, and immunocompromised individuals. Listeriosis has been related, among other foods, to ready-to-eat meat products (deli meats) since these can become contaminated at retail and are not normally washed or cooked before consumption. Furthermore, this bacteria can survive and grow at refrigeration temperatures at which some of these products are normally stored. Many cases of listeriosis could be avoided by reformulating the products to contain antimicrobials, either conventional or those considered as part of a “clean label”, as long as they are properly assessed by appropriate studies.

◆ KEY WORDS:

Listeriosis · Deli meats · Antimicrobials

◆ INTRODUCCIÓN

La particularidad de los productos cárnicos listos para el consumo es, como su nombre lo indica, que son consumidos sin la necesidad de una preparación adicional que asegure aún más su inocuidad. Debido a que la temperatura a la que se procesan estos productos se encuentra en el rango de 65-75°C, por lo general es necesario que estos productos se almacenen bajo refrigeración para garantizar su vida útil, limitar el crecimiento de bacterias causantes del deterioro y/o patógenas; es por esta razón que se les conoce como carnes frías. Dentro de esta categoría se encuentran las salchichas y las carnes estilo deli, jamón, jamón de pavo, *roast beef*, bologna, salamis, pastel de pollo, entre otros (Jiang y Xiong, 2015).

La carne y sus productos, independientemente de la especie, contienen las cantidades adecuadas de agua, proteínas y nutrientes esenciales, así como un pH favorable para

BACTERIA LISTERIA MONOCYTOGENES



Transmitida por alimentos



AFECTA
PRINCIPALMENTE A:



Personas de
la tercera edad



Mujeres
embarazadas



Bebés e individuos
inmunocomprometidos

el crecimiento microbiano. En la actualidad las enfermedades bacterianas transmitidas por el consumo de alimentos se encuentran entre los problemas de salud pública más extendidos en el mundo entero y sus implicaciones en cuanto a la salud y a la economía son cada vez más reconocidas (Woraprayote *et al.*, 2016).

La listeriosis es una infección generalmente causada por el consumo de alimentos contaminados con la bacteria *Listeria monocytogenes*. Debido a que la listeriosis es comúnmente asociada con el consumo de quesos frescos, germinados crudos, pescados y mariscos ahumados, algunas frutas (melones primordialmente) y de carnes frías (Quesenberry *et al.*, 2010; Batz *et al.*, 2010), a que en México no existe una regulación estricta que controle la presencia de la bacteria responsable en este tipo de productos (Castañeda-Ruelas *et al.*, 2014), y a que la tendencia actual es la demanda por parte del consumidor por productos «naturales», «sin conservadores», o con una «etiqueta limpia» (Woraprayote *et al.*, 2016), el objetivo de la presente revisión es informar acerca de *L. monocytogenes*, su presencia en carnes frías, y la importancia del uso y validación de agentes antimicrobianos en este tipo de productos.

● Carnes frías como agentes de infección por *L. monocytogenes*

Tanto *L. monocytogenes* como *Salmonella enterica* SEROVAR TYPHIMURIUM, se han asociado particularmente a brotes causados por la ingesta de productos cárnicos, tanto de origen bovino como porcino y avícola. Debido a su afectación a la salud, estas bacterias han sido identificadas por el Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria (FSIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), como adulterantes al encontrarse presentes en productos listos para el consumo (Buchanan *et al.*, 2017). De acuerdo con las normas oficiales mexicanas para jamón (NOM-158-SCFI-2003),

salchichas (NMX-F-065-1984) y productos cárnicos procesados (NOM-213-SSA1-2002), no se deben encontrar especies de *Salmonella* en 25 g del producto, sin embargo, para *L. monocytogenes*, no existe una regulación para su control en estos mismos productos.

L. monocytogenes es una bacteria capaz de sobrevivir en alimentos con un alto rango de pH (4.0-9.5), altas concentraciones de cloruro de sodio (>20%), baja humedad, baja disponibilidad de oxígeno y a temperaturas de refrigeración (-0.5 a 9.3°C). La listeriosis, enfermedad causada por esta bacteria, se transmite principalmente por el consumo de alimentos contaminados, en particular aquellos que no requieren ser lavados o cocinados antes de ser consumidos y que son mantenidos en refrigeración por periodos extendidos (3 a 5 días), como es el caso de las carnes frías (Buchanan *et al.*, 2017). La importancia de su control radica principalmente en que el 90% de los casos de listeriosis ocurren en grupos de alto riesgo: mujeres embarazadas y recién nacidos, personas mayores de 65 años e individuos inmunocomprometidos (McNeill *et al.*, 2017).

La investigación de los brotes de listeriosis es particularmente difícil debido a la naturaleza esporádica de la enfermedad y al periodo largo de incubación, lo que hace que la identificación y análisis del alimento implicado sea casi imposible (Buchanan *et al.*, 2017). Aún cuando la información para México sobre la incidencia de listeriosis es escasa e imprecisa, de acuerdo con Eslava, Hernández, Salazar, Navarro y Molina (2014), los pocos estudios realizados en México para la detección de *L. monocytogenes* muestran una prevalencia similar a la encontrada en otros países y la tasa de mortalidad es mayor que la reportada para los Estados Unidos.

Es de especial interés la relación entre la bacteria *L. monocytogenes* y las carnes frías ya que ésta se encuentra frecuentemente asocia-

da a este tipo de productos; para el año 2003, la FSIS reportó que, de 23 categorías de alimentos listos para el consumo, las carnes frías representaban el mayor riesgo para contraer listeriosis (Quesenberry *et al.*, 2010). En un estudio realizado por la Universidad de Florida buscando responder a la pregunta ¿qué patógenos, en qué alimentos causan la mayor afectación a la salud pública? la presencia de *L. monocytogenes* en carnes frías se colocó como el par alimento-patógeno con la tercera carga de enfermedad más alta en términos de costo monetario y pérdida de años de calidad de vida (Batz, Hoffmann y Morris, 2011).

● Medidas preventivas para la contracción de listeriosis

De acuerdo con Buchanan *et al.*, (2017), varios autores han concluido que la erradicación permanente de *L. monocytogenes* del entorno alimentario es prácticamente imposible, debido a su presencia ubicua, por lo que su control debe ser una actividad continua. La principal estrategia de prevención es a través de la educación de los consumidores en cuanto al manejo, preparación y consumo de los alimentos. Se recomienda lavar y cocinar los alimentos antes de su consumo; sin embargo, estas medidas no son aplicables a los productos listos para el consumo.

En este sentido, y después de que la USDA hubiera identificado a las carnes frías como la principal categoría alimentaria causante de la



listeriosis, la FSIS desarrolló un programa para reducir la exposición de los consumidores a la *L. monocytogenes* por este tipo de productos. El programa mencionado presenta a los productores diferentes alternativas a implementar para el control del microorganismo: incrementando la frecuencia de inspección del producto; aplicar tanto un tratamiento post-letalidad como un inhibidor del crecimiento al producto; o elegir una de las dos últimas opciones. A pesar de que, a partir de esta iniciativa la presencia de *Listeria* en carnes frías comenzó a disminuir, la incidencia de listeriosis no se vio reducida (Buchanan *et al.*, 2017). Un estudio consecuente mostró que las carnes frías que eran rebanadas y empaquetadas en el punto de venta tenían una frecuen-

cia de contaminación de 5 a 7 veces más alta que aquellas empaquetadas por el productor, siendo el riesgo mayor en aquellos productos que no contenían inhibidores del crecimiento bacteriano (antimicrobianos) añadidos. Se predijo que de los casos de enfermedad y muerte por la bacteria *L. monocytogenes*, alrededor del 70% serían causados por la ingesta de la misma en carnes frías que no contengan antimicrobianos y que sean rebanadas en el punto de venta (Quesenberry *et al.*, 2010). A partir de lo anterior se concluyó que, cuando todos los productos fueran preparados con antimicrobianos (permitidos y regulados por los diferentes países), se atribuirían menos casos de listeriosis a las carnes frías (Buchanan *et al.*, 2017).

Temp (°C)	Producto	Fase lag (días)		Tiempo de generación (días)		Máxima densidad poblacional (log UFC/g)	
		N	S	N	S	N	S
4	Pavo no curado	4.34 a		0.74 a		8.86 a	
	Pavo curado	5.72 ab	6.39 a	0.83 a	1.53 a	9.38 a	6.68 a
	Jamón	6.34 b	9.54 b	1.00 b	1.30 a	8.66 a	4.56 b
	Roast beef	10.48 c	16.98 c	1.14 b	2.88 b	7.20 b	1.92 c
7	Pavo no curado	2.64 a		0.43 a		9.10 a	
	Pavo curado	3.95 b	3.51 a	0.53 b	0.73 a	9.50 a	7.62 a
	Jamón	2.62 a	7.97 a	0.47 bc	1.06 a	9.13 b	5.12 b
	Roast beef	5.67 c	10.41 b	0.65c	1.45 b	7.89 b	2.71 c
10	Pavo no curado	1.63 a		0.31 a		9.80 a	
	Pavo curado	2.24 b	2.31 a	0.34 a	0.43 a	10.21 a	7.45 a
	Jamón	2.10 ab	5.10 b	0.37 a	0.59 a	9.67 a	5.32 b
	Roast beef	3.34 c	11.26 c	0.53 b	1.74 b	7.86 b	2.41 c

A. En la misma columna, medias seguidas de letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

B. Inhibidores de *Listeria* ausentes (N) y presentes (S), ninguno de los productos de pavo no curados contenía inhibidores del crecimiento.

C. UFC: unidades formadoras de colonias

Tabla I. Efecto de los inhibidores de *Listeria* en el crecimiento bacteriano en diversas carnes frías a diferentes temperaturas de almacenamiento (elaboración propia con información de Zhang *et al.*, 2012) A,B

MEDIDAS PREVENTIVAS

Para la contracción de listeriosis

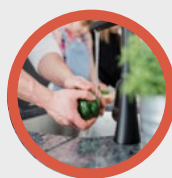
De manera similar, Pradhan, Ivanek, Gröhn, Geornaras, Sofos y Wiedmann (2009), mediante la aplicación de un modelo predictivo, encontraron que la carne de pavo, en contraste con el jamón y el roast beef, permite un crecimiento más rápido de *L. monocytogenes* y estimaron que, si en los Estados Unidos, a todos los productos de carne de pavo listos para el consumo se les adicionaran antimicrobianos como ingredientes en la formulación de los mismos, se reducirían 7.8 veces los casos de listeriosis causados por estos productos. Resultados similares, resumidos en la tabla I, fueron encontrados por Zhang, Moosekian, Todd, y Ryser (2012) al estudiar diferentes marcas de cuatro categorías de carnes frías (jamón, roast beef, jamón de pavo curado y jamón de pavo no curado), tanto con antimicrobianos como sin los mismos, inoculadas con un coctel de ocho cepas de *L. monocytogenes* (40 UFC/g aproximadamente) y almacenadas a 4, 7 o 10°C.

Zhang y colaboradores (2012), atribuyen a los valores bajos de pH (menores a 6.0 vs 6.4) y las altas poblaciones de microbiota nativa, como responsables del decremento de *L. monocytogenes* en el producto roast beef.

● Antimicrobianos en la prevención de la contaminación post proceso por *L. monocytogenes* en carnes frías de origen avícola

En el contexto de los productos listos para el consumo tanto cárnicos como avícolas, de acuerdo con la FSIS, un agente antimicrobiano es una sustancia que se encuentra o es adicionada, en un producto listo para el consumo de carne o ave que tiene el efecto de reducir o eliminar microorganismos, así como de suprimir o limitar su crecimiento a lo largo de la vida de anaquel del producto (FSIS, 2012). Éstos han sido ampliamente utilizados para la inactivación de microorganismos, principalmente patógenos, ya que tienen efectos durante y después del procesamiento, incrementando de

LA PRINCIPAL ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN ES A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN DE LOS CONSUMIDORES.



Lavar y cocinar los alimentos antes de su consumo.

LA FSIS DESARROLLÓ UN PROGRAMA PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN

EL PROGRAMA MENCIONADO PRESENTA DIFERENTES ALTERNATIVAS A IMPLEMENTAR, TALES COMO:

1

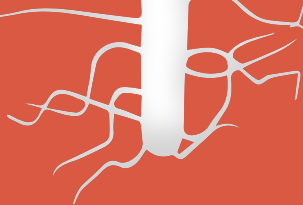
Incrementar la frecuencia de inspección del producto

2

Aplicar tanto un tratamiento post-letalidad como un inhibidor del crecimiento al producto

3

Elegir una de las dos últimas opciones



esta manera la vida de anaquel y seguridad de los productos (Woraprayote *et al.*, 2016).

De los antimicrobianos considerados como sintéticos, el lactato de sodio lactato de potasio y diacetato de sodio, son de los compuestos más utilizados en carnes frías (Pradhan *et al.*, 2009). Los niveles máximos permitidos para su uso como inhibidores del crecimiento en la formulación de productos cárnicos y avícolas listos para el consumo son 4.8 % (p/p) para el lactato de potasio y lactato de sodio, y 0.25% (p/p) para el diacetato de sodio (9 CFR 424.21) (Zhang, *et al.*, 2012). Tanto el lactato de sodio como el de potasio y el diacetato de sodio son capaces de disminuir la actividad de agua y el pH del producto e interferir con el metabolismo bacteriano (Lloyd, Alvarado, Brashears, Thompson, McKee y Berang, 2009).

Debido a que la percepción negativa por parte de los consumidores hacia los agentes antimicrobianos «sintéticos o químicos» ha aumentado en conjunto con una demanda por productos «naturales», «orgánicos» y con una «etiqueta limpia», los productores deben encontrar la manera de generar productos que, además de cumplir con las demandas de los consumidores, sean saludables, nutritivos y cumplan con un periodo de vida de anaquel razonable (Grant y Parveen, 2017). Todo lo anterior ha promovido la búsqueda y estudio de compuestos antimicrobianos alternativos como el ajo, humos líquidos, té verde, extracto de semilla de uva, mezclas de vinagre, limón y extractos de cereza, polvo de jugo de apio fermentado y diversos aceites esenciales, entre otros. Más información acerca de éstos y otros antimicrobianos utilizados en carnes frías de origen avícola, principalmente de pavo (Lastra-Vargas, López-Malo

Máximos permitidos de antimicrobianos sintéticos para su uso como inhibidores del crecimiento en la formulación de productos cárnicos y avícolas

4.8%

(p/p) para el lactato de potasio y lactato de sodio

0.25%

(p/p) para el diacetato de sodio (9 CFR 424.21)

y Palou, 2019) se podrá encontrar en el volumen 12 de la revista *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (TSIA) publicado por la UDLAP y que estará disponible en línea (tsia.udlap.mx) en mayo de 2019.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

La listeriosis es una enfermedad reconocida mundialmente debido a la gravedad de las afectaciones a la salud que genera, particularmente para los grupos de alto riesgo. Siendo que las carnes frías son reconocidas como uno de los grupos de alimentos mayormente relacionados a la presencia de *L. monocytogenes*, al menos en los Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, existen regulaciones específicamente implementadas para el control de la bacteria en dicho tipo de productos. Debido a que los pocos estudios realizados en México indican una tasa de mortandad por la contracción de la enfermedad mayor que en otros países, se considera que en nuestro país hacen falta tanto estudios, como la implementación de normas de control del patógeno y programas de educación de la población, dirigidos especialmente a aquellos individuos en los grupos de alto riesgo. Todas estas acciones en conjunto podrán ayudar a disminuir la incidencia de casos de gastroenteritis, intoxicaciones alimentarias bacterianas, meningitis y abortos espontáneos, muchos de los cuales podrían estar relacionados a infecciones por *L. monocytogenes*.

AGRADECIMIENTOS

Leonor Lastra-Vargas agradece a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) por el apoyo financiero otorgado para sus estudios de doctorado.



Leonor Lastra Vargas

Estudió la Licenciatura en Biología en la Universidad de las Américas-Puebla (UDLAP-2009) y la Maestría en Genética y Biología Molecular en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav-2013). Actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Ciencia de Alimentos en la UDLAP en donde su tema de investigación en el área de microbiología de alimentos se enfoca hacia el control de microorganismos patógenos con antimicrobianos naturales, específicamente aceites esenciales. leonor.lastravs@udlap.mx



Aurelio López-Malo

Doctor en Química (Alimentos) por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y profesor del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos de la UDLAP desde 1987. Ha publicado más de doscientos artículos científicos en revistas indizadas de prestigio internacional en el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Desde 1998 es investigador nacional (Conacyt), actualmente, SNI nivel 3, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. aurelio.lopezm@udlap.mx

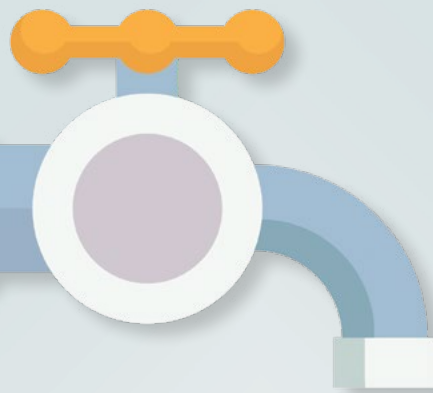


Enrique Palou-García

Doctor en Ingeniería por la Universidad Estatal del Estado de Washington (EE.UU.) y catedrático del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos en la UDLAP desde 1992. Tiene más de 170 publicaciones científicas en el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Es investigador nacional (SNI) nivel 3, fellow del Institute of Food Technologists, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia de Ingeniería. enrique.palou@udlap.mx

REFERENCIAS

- Batz, M. B., Hoffmann, S. y Morris, J. G. (2011). Ranking the risks. The 10 pathogen-food combinations with the greatest burden on public health. *Emerging Pathogens Institute. University of Florida*, 1-70.
- Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C. y Whiting, R. C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: an update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1-13.
- Castañeda-Ruelas, G., Eslava-Campos, C., Castro-del Campo, N., León Féliz, J. y Chaidez-Quiroz, C. (2014). Listeriosis en México: importancia clínica y epidemiológica. *Salud Pública de México*, 56(6), 654-659.
- Eslava, C. A., Hernández, U., Salazar, E. P., Navarro, A. y Molina, J. (2014). Importancia epidemiológica de bacterias patógenas de humanos en agua y alimentos. XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. *Revista Mexicana de Fitopatología* 32, S14-S15.
- FSIS. Food Safety and Inspection Service (2012). *FSIS Salmonella compliance guidelines for small and very small meat and poultry establishments that produce ready-to-eat (RTE) products*. United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service. Recuperado de https://static1.squarespace.com/static/57367d7507eaa0bc96ff8ac3/t/59d2ab9ca8b2b070f20efc58/1506978717029/Salmonella_Comp_Guide_091912.pdf
- Grant, A. y Parveen, S. (2017). All natural and clean-label preservatives and antimicrobial agents used during poultry processing and packaging. *Journal of Food Protection*, 80(4), 540-544.
- Jiang, J. y Xiong, Y. L. (2015). Technologies and mechanisms for safety control of ready-to-eat muscle foods: an updated review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(13), 1886-1901.
- Lastra-Vargas, L., López-Malo, A. y Palou, E. (2019). La listeriosis y las carnes frías. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (12).
- Lloyd, T., Alvarado, C. Z., Brashears, M. M., Thompson, L. D., McKee, S. R. y Berrang, M. (2009). Control of *Listeria monocytogenes* in turkey deli loaves using organic acids as formulation ingredients. *Poultry Science*, 88, 2235-2239.
- McNeill, C., Sisson, W. y Jarret, A. (2017). Listeriosis: A resurfacing menace. *The Journal for Nurse Practitioners- JNP*, 13(10), 647-654.
- NMX-F-065-1984. Alimentos. Salchichas. Especificaciones. Foods. Sausage. Specifications. Normas Mexicanas. Dirección general de normas.
- NOM-158-SCFI-2003 NORMA Oficial Mexicana, Jamón-denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-213-SSA1-2002 NORMA Oficial Mexicana, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Pradhan, A. K., Ivanek, R., Gröhn, Y. T., Geornaras, I., Sofos, J. N. y Wiedmann, M. (2009). Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in selected categories of deli meats: impact of lactate and diacetate on listeriosis cases and deaths. *Journal of Food Protection*, 72(5), 978-989.
- Quesenberry, H. H., Gallagher, D., Endrikat, S., LaBarre, D., Ebel, E., Schroeder, C., y Kause, J. (2010). *FSIS comparative risk assessment for Listeria monocytogenes in ready-to-eat meat and poultry deli meats report*. Recuperado de https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/c2ac97d0-399e-4c4a-a2bc-d338c2e201b3/Comparative_RA_Lm_Report_May2010.pdf?MOD=AJPERES.
- Woraprayote, W., Malila, Y., Sorapukdee, S., Swetwathana, A., Benjakul, S. y Visessanguan, W. (2016). Bacteriocins from lactic acid bacteria and their applications in meat and meat products. *Meat Science*, 120, 118-132.
- Zhang, L., Moosekian, S. R., Todd, E. C. D. y Ryser, E. T. (2012). Growth of *Listeria monocytogenes* in different retail delicatessen meats during simulated home storage. *Journal of Food Protection*, 75(5), 896-905.



- Modeling of drinking water distribution networks with intermittent service

Modelado de redes de distribución

DE AGUA POTABLE CON

SERVICIO INTERMITENTE

Por:  José A. Romero Gil · Benito Corona-Vásquez · Carlos Patiño Gómez



Romero Gil J., Corona-Vásquez B. y Patiño Gómez C. (2018). Modelado de redes de distribución de agua potable con servicio intermitente. *Entorno UDLAP*, 7.

↻ **Recibido:** 13 de julio de 2018 ✓ **Aceptado:** 25 de octubre de 2018

RESUMEN

En México, 30% de la población es abastecida de agua potable mediante servicio intermitente; no obstante, las normas de operación y diseño de las redes de distribución de agua potable están enfocadas hacia el servicio continuo, lo cual propicia prácticas que merman la eficiencia en la red. Este artículo pretende emitir recomendaciones para la gestión de redes de abastecimiento de agua con suministro intermitente basadas en la modelación hidráulica. Para ello se presenta la metodología propuesta para elaborar dicho modelo dentro de la plataforma WaterGems, así como los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVE:

Servicio intermitente · Red de distribución · Modelos hidráulicos · WaterGems

ABSTRACT:

In Mexico 30% of the population water supply is by intermittent service; However, the operating and design standards of water distribution networks are focused on continuous service, which promotes practices that reduce the efficiency of the service. This paper intends to issue recommendations for the management of water supply networks with intermittent supply based on hydraulic modeling. In order to do this, it is presented the methodology for a model created on the platform WaterGems including the results obtained.

KEYWORDS:

Intermittent water supply · Distribution network · WaterGems



◆ INTRODUCCIÓN

Las redes de distribución de agua potable se analizan y diseñan para operar mediante servicio continuo, esto significa que los usuarios son abastecidos directamente de la red las 24 horas del día, todos los días del año. Sin embargo, el servicio continuo no siempre es posible debido a la disponibilidad de agua y/o a la capacidad de la infraestructura, por lo que se restringe el abastecimiento a determinados horarios y días de la semana y ello obliga a los usuarios a almacenar agua en depósitos intra-domiciliarios (tinacos y cisternas). A este tipo de servicio se le denomina «intermitente» o por «tandeo» y presenta problemas tales como mayor desgaste de la red, disminución en la calidad del agua y gastos adicionales para usuarios y organismos operadores (Velitchko *et al.*, 2014). Por ello, el servicio intermitente no es deseable y es catalogado como una deficiencia de acuerdo con el Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO). En México, aproximadamente el 30% de la población es abastecida mediante servicio intermitente, en el estado de Puebla, 54.7% es abastecido de esta forma y, particularmente, en la ciudad de Puebla de Zaragoza (en la que habitan 1.5 millones de personas), más del 90% de los usuarios tienen este tipo de servicio (Saavedra-Horita *et al.*, 2016).

Aunque muchos autores argumentan que es posible transitar del servicio intermitente al continuo, la realidad es que el cambio requiere de una gran capacidad técnica y financiera con la que no todos los organismos operadores del país cuentan, aunado a la baja disponibilidad del recurso hídrico que se presenta en varias zonas del país y a la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento. Pese al gran número de usuarios que es abastecido de esta forma, en

México las normas de operación y diseño de las redes están enfocadas –principalmente– hacia el servicio continuo. Lo anterior propicia que los encargados ejecuten la operación con base en conocimiento empírico; incentivando en repetidas ocasiones prácticas que dañan la infraestructura, afectando la eficiencia de la red y con ello su capacidad de abastecer la demanda y migrar hacia un servicio continuo.

El presente trabajo pretende emitir recomendaciones para la gestión de redes de abastecimiento de agua con suministro intermitente, basadas en la modelación hidráulica. Para ello se ha empleado WaterGEMS (Bentley Systems, Inc. 2017) como herramienta de software para construir un modelo de red de abastecimiento de agua potable, operada con servicio intermitente y continuo, con el propósito de comparar ambos escenarios.

◆ DESCRIPCIÓN DEL MODELO

En el servicio intermitente existe un tanque regulador domiciliario (cisterna o tinaco) entre el usuario y la red, por lo que, a diferencia del servicio continuo, el flujo en la red no depende del consumo de los usuarios sino de la presión disponible en la toma de cada tanque, de su capacidad y de la duración del servicio. Debido a ello, no es recomendable modelar este tipo de servicio de manera convencional, a través de nodos con demandas y patrones de consumo, puesto que en realidad no existe una demanda propia del usuario hacia la red, sino que éste consume lo que el sistema le suministre hasta el llenado de las cisternas. Dicho suministro no es uniforme en todos los usuarios, ya que dependerá de la carga disponible que tenga cada usuario en su toma; ni será constante a través del tiempo, ya que una vez que se ha cubierto la capacidad



de almacenamiento de una cisterna domiciliaria, ésta se limitará a abastecer el nivel que logre abatirse durante el periodo que continúe el servicio.

Para emular este comportamiento dentro un modelo hidráulico se propone representar a los usuarios mediante tanques con un volumen igual al máximo que son capaces de almacenar (el volumen de sus cisternas o tinacos) y asignarles a éstos la demanda del usuario con su respectivo patrón de consumo para poder representar el abatimiento a lo largo del tiempo y obtener un valor más cercano al volumen real, que serán capaces de almacenar para cada periodo de servicio. Finalmente, para poder evaluar aspectos de eficiencia en el servicio se propuso una variante a este escenario, donde se añadieron las pérdidas físicas del sistema, es decir, las pérdidas por fugas en la red. Estas fueron representadas en el modelo a través de orificios en los nodos de la red.

◆ METODOLOGÍA

● Recopilación de información

Para construir el modelo es necesario recabar información de las variables de entrada que consisten –principalmente– en datos de los usuarios, la configuración red y su topografía. Estos datos físicos pueden obtenerse de alguna base de datos confiable (Catastro del Organismo Operador), o mediante un levantamiento en campo. Para los fines del presente estudio, los datos de la red se obtuvieron del plano hidráulico del área seleccionada como caso piloto, la demanda de los usuarios se asumió como aquella con la que fue diseñada la red y la altimetría se obtuvo a partir de un modelo de elevación construido con fotometría proveniente de información satelital obtenida de Google Earth Pro.

● Descripción del área de estudio

El modelo se elaboró para la red de un fraccionamiento residencial ubicado al sur de la ciudad de Puebla, México, en el Fraccionamiento Lomas de Angelópolis. Cuenta con 248 viviendas de características similares, con cisternas domiciliarias de cinco mil litros. De acuerdo con los datos de diseño tiene una densidad de población de proyecto de 4.25 habitantes /vivienda y una dotación de proyecto de 225 litros/habitante/día. Se abastece mediante un servicio intermitente tres veces a la semana los días lunes, miércoles y viernes con una duración del servicio de doce horas, iniciando a las 8:00 pm. y terminando a las 8:00 am. del día siguiente. La red es abastecida por gravedad de un tanque elevado ubicado a un kilómetro hacia el suroeste del fraccionamiento cuya base se encuentra a 2113 msnm, a través de una línea de conducción de 6" de diámetro de Polietileno de alta densidad (PEAD) hasta llegar a la toma de la red de distribución del fraccionamiento, ubicada a 2090 msnm.

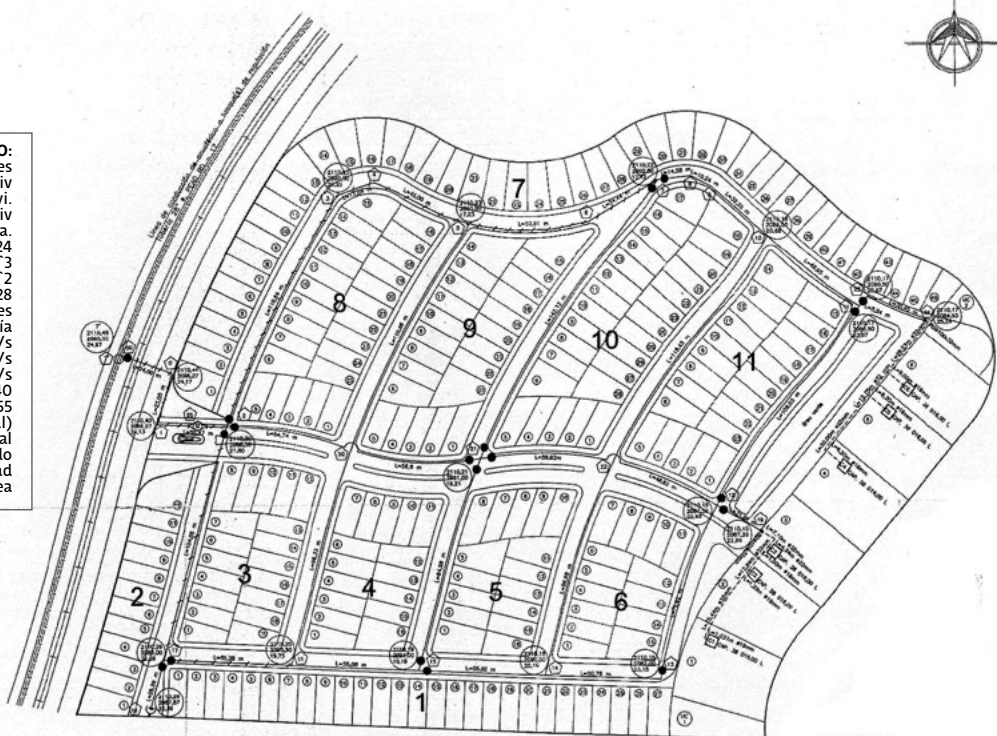
La red de distribución del fraccionamiento es de PEAD de 4" de diámetro y tiene la configuración mostrada en la figura 1. Las pérdidas menores, provocadas por las válvulas de seccionamiento, fueron despreciadas para los fines del presente estudio. Cabe mencionar que para válvulas calibradas (abiertas parcialmente para regular el caudal) se deberá hacer la corrección correspondiente y añadir una longitud extra a la tubería, que genere una pérdida de energía equivalente a la provocada por la válvula. Debido a que no se cuenta con información acerca del tanque, del cual se alimenta el fraccionamiento, la toma será representada mediante un reservorio (elemento de almacenamiento de volumen infinito y carga constante) con una carga



EN MÉXICO EL 30% DE LA POBLACIÓN ES ABASTECIDA DE AGUA POTABLE MEDIANTE SERVICIO INTERMITENTE.

Figura 1. Plano hidráulico del fraccionamiento.

DATOS DE PROYECTO:	
Núm. Lotas=	255 lotes
Núm. de viviendas Individuales =	250.00 viv
Núm. de viviendas multifamiliares =	95 vivi.
Densidad de población =	4.25 Hab/ Viv
Pérdidas =	7.74 m.c.a.
Capacidad de regularización requerida =	76, 324 m ³
Área vendible =	54 056.06 m ²
Área de jardines =	1 018.28
Población de proyecto =	1 471.00 Habitantes
Dotación =	225.00 L/Hab/Día
Gasto medio diario =	4.09 l/s
Gasto máximo diario =	5.73 l/s
Gasto máximo horario =	3.87 l/s
Coefficiente de variación diaria =	1.40
Coefficiente de variación horaria =	1.55
Fuente de abastecimiento =	red local (municipal)
Abastecimiento=	tanque superficial
Regularización =	tanque elevado
Distribución =	Por gravedad
Regularización secundaria =	tinacos de azotea



de 20 mca (metros columna de agua), que corresponde a la carga de trabajo con la que fue diseñada la red y cuyo valor es similar a la carga estática que proporcionaría el tanque.

● Desarrollo del modelo

El modelo se desarrolló en la plataforma WaterGEMS (Bentley Systems Inc., 2017). Para ello, se capturó dentro de la plataforma la red conforme a lo presentado en la figura 1, añadiendo nodos en los puntos de cruce o cambio de dirección de la red para –posteriormente– conectarlos mediante tubos a los cuales se les editó sus longitudes, material y diámetro. La alimentación de la red fue representada mediante un reservorio, al cual se le asignó un patrón de

operación, mostrado en la figura 2, el cual emula la operación de la válvula de seccionamiento con los horarios de servicio del fraccionamiento a lo largo de una semana.

● Esqueletización de la red

La «esqueletización» de la red consiste en agrupar elementos que aislados no son significativos en el comportamiento del sistema, pero que al conformarlos como un solo elemento para su análisis produce el mismo efecto que los elementos agrupados. La propuesta de «esqueletización» en la modelación de tanques es fundamental, ya que éstos son elementos a los cuales se les asigna un número importante de variables y datos (nivel, flujo de entrada, carga,

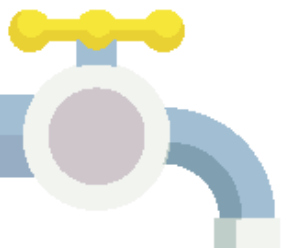
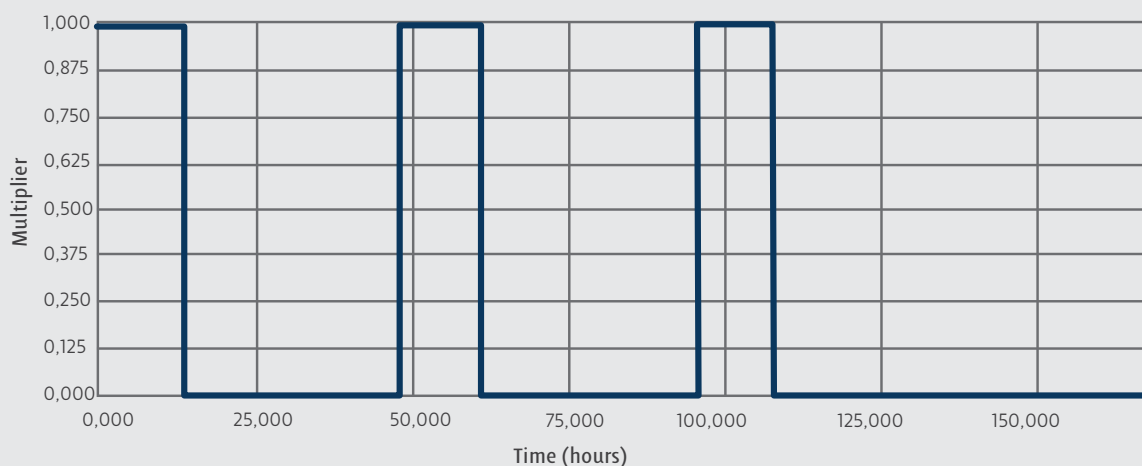


Figura 2. Patrón de operación de reservorio.
Hourly Reservoir Pattern Reservoir Pattern - 1



volumen, etcétera), por lo que capturar la información de cada tanque y, posteriormente, procesarla sería impráctico.

Para la construcción del modelo se dividió al fraccionamiento en doce zonas, tal y como se muestra en la figura 3, con el objetivo de facilitar el manejo de la información de los 248 tanques que resultarían al representar a todas las viviendas. Cada zona se representó mediante un tanque cuyo volumen se calculó para ser igual al número de viviendas contenidas en la zona por el volumen de sus cisternas (5 m^3), también se les asignó un consumo estimado con base en la dotación de proyecto como el consumo por vivienda al día (núm. de habitantes * dotación de proyecto) dividido entre 86,400 s (segundos en un día). Los tanques tienen una base igual al valor numérico del volumen y un metro de alto. La base de los tanques se asignó un metro debajo del nivel del nodo al cual están conectados.

Adicionalmente, se añadieron válvulas tipo flotador a los tanques para controlar el flujo de entrada en función del nivel del agua en el

depósito. En el modelo se propuso que la válvula comenzará a reducir el flujo faltando 20 cm para el llenado del tanque (80% de llenado), ya que es el valor medido que se desplaza el brazo del flotador dentro de una cisterna real. Debido a que no se encontró bibliografía acerca de valores típicos para este tipo de válvulas, se propuso un coeficiente de descarga de $0.524 (\text{l/s/m})^{1/2}$, de manera que los tanques se llenen en cinco horas, tiempo reportado por los usuarios como el requerido para llenar su cisterna.

Las pérdidas físicas (fugas) se representaron como orificios ubicados en cada uno de los nodos de la red. Debido a que no existen estudios de eficiencia para el área de estudio, se supuso el promedio de la ciudad de Puebla que es del 60% (Saavedra-Horita *et al.*, 2016). Para ello se propuso, a través de un proceso iterativo, un coeficiente de descarga para todos los nodos de $0.103 (\text{l/s/m})^{1/2}$ con lo que se incrementó el caudal suministrado durante un servicio de 434 m^3 a 719 m^3 .



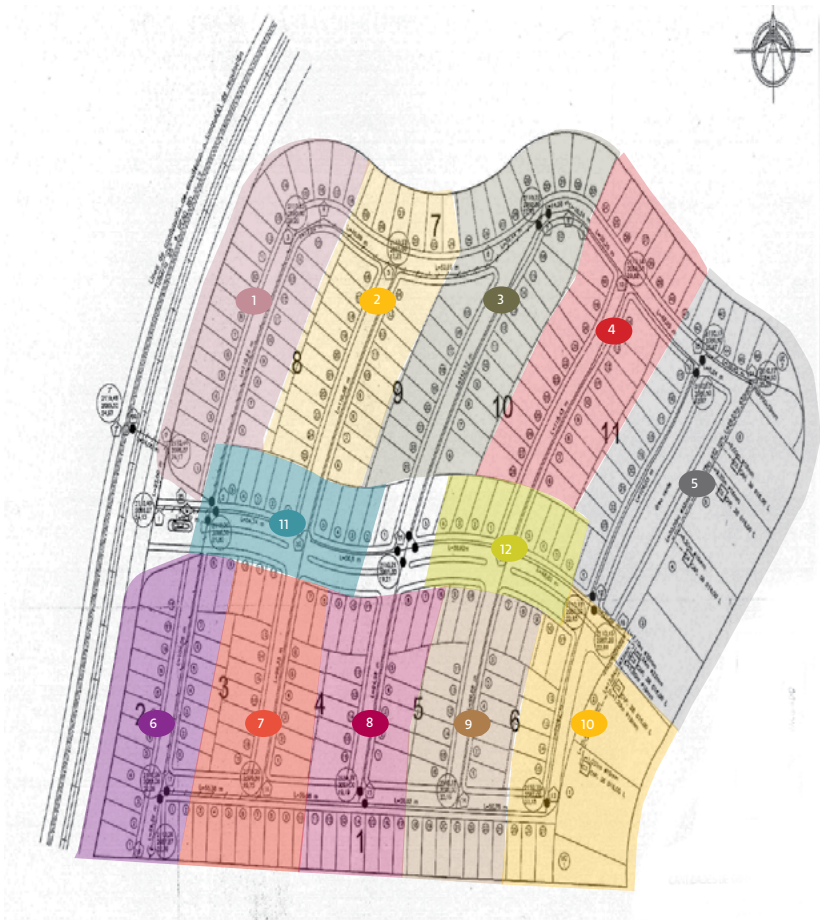
**«LA ESQUELETIZACIÓN»
EN LA MODELACIÓN
DE TANQUES ES
FUNDAMENTAL,
YA QUE ESTOS SON
ELEMENTOS A LOS
CUALES SE LES
ASIGNA UN NÚMERO
IMPORTANTE DE
VARIABLES Y DATOS.**



FRACCIONAMIENTO EN LOMAS DE ANGELÓPOLIS,
DE ACUERDO CON LOS DATOS DE DISEÑO TIENE UNA
DENSIDAD DE POBLACIÓN DE PROYECTO DE 4.25 HABITANTES/
VIVIENDA Y UNA DOTACIÓN DE 225 LITROS/HABITANTE/DÍA

248
VIVIENDAS

Figura 3. Esqueletización de la red.



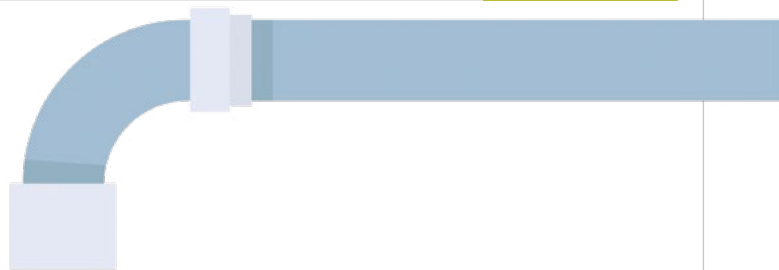
Zona	Casas	Elevación base (m)	Demanda (l/s)	Volumen cisterna (m3)
1	28	2093.05	0.31	140
2	22	2093	0.24	110
3	29	2092.38	0.32	145
4	26	2087.65	0.29	130
5	22	2083.6	0.24	110
6	19	2087.88	0.21	95
7	13	2089.25	0.14	65
8	16	2089.23	0.18	80
9	18	2087.37	0.20	90
10	20	2084.63	0.22	100
11	15	2090.75	0.17	75
12	20	2088.18	0.22	100

Tabla 1. Datos de tanques.

RESULTADOS

En la figura 4 se muestra el caudal suministrado al fraccionamiento a lo largo de una semana bajo ambos escenarios. La línea continua representa al escenario base (sin considerar el efecto de las fugas) y registra un caudal máximo de 27.13 l/s, el cual corresponde al caudal máximo que el sistema es capaz de descargar en las cisternas con la carga disponible. Este





caudal disminuye, gradualmente, conforme las cisternas comienzan a llenarse hasta alcanzar un mínimo que corresponde al consumo de los usuarios.

Por otro lado, la línea punteada representa el caudal suministrado bajo el escenario que considera el efecto de las fugas. El caudal máximo registrado para este escenario es de 33.18 l/s, que corresponde al caudal máximo que el sistema es capaz de descargar en las cisternas y en las fugas de la red representadas mediante orificios con la carga disponible. Se puede observar que la separación entre ambos escenarios se acentúa hacia el final del servicio, debido a que el caudal disminuye conforme se llenan las cisternas, lo que provoca que la presión en la red se incremente propiciando que las fugas tengan una mayor descarga.

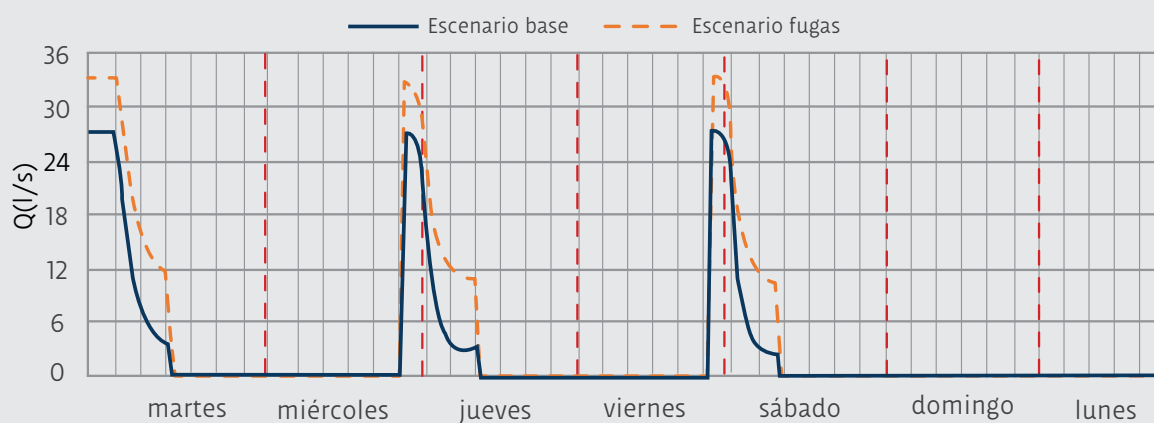
El nivel de las cisternas a lo largo de la semana de servicio se muestra en la figura 5: la línea continua representa el nivel promedio de las cisternas; la línea punteada superior representa el

nivel de la cisterna con mayor carga disponible; mientras que la línea punteada inferior representa el nivel de la cisterna con las condiciones más desfavorables (la que más tarda en llenarse). Debido a la diferencia de presión entre las zonas altas y bajas existe un desfase entre el llenado de los tanques de manera que los tanques en la zona baja (con mayor presión) comienzan a llenarse a las tres horas de iniciado el servicio, mientras que las zonas más altas tardan hasta nueve horas en llenarse.

● Tiempo de llenado de la red

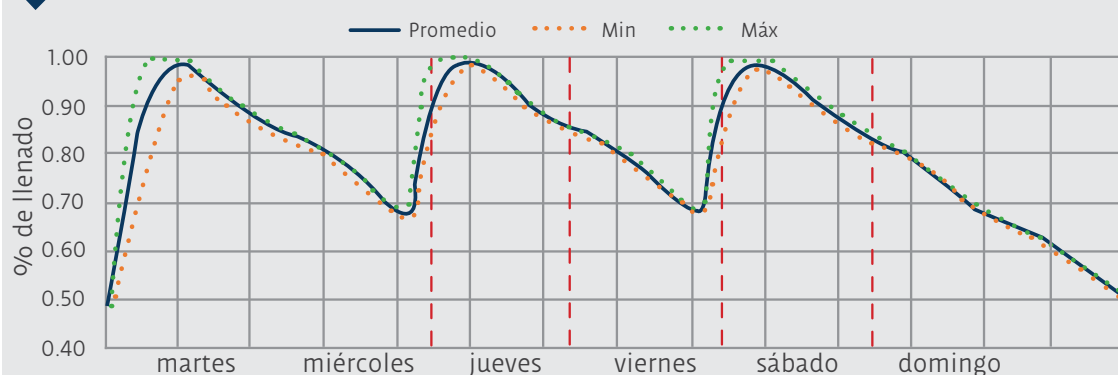
Las tuberías con servicio intermitente no se encuentran constantemente presurizadas, ya que tienen periodos de llenado y vaciado durante los cuales su comportamiento hidráulico está restringido por fenómenos transitorios. De modo que los resultados del modelo sólo serán válidos una vez la red se haya llenado, siendo necesario obtener el tiempo que la red tarda en presurizarse. Sin embargo, dicho análisis exce-

Figura 4. Caudal suministrado a la red en una semana de servicio.



«
EL CAUDAL
MÁXIMO
REGISTRADO
PARA ESTE
ESCENARIO ES
DE 33.18 L/S.

Figura 5. Nivel de las cisternas en %.



de los alcances del presente estudio. Debido a que la red es relativamente pequeña y el tiempo que tarda en presurizarse es corto, se propone la siguiente metodología para obtener un aproximado al tiempo máximo que la red podría tardar en llenarse, partiendo de los siguientes supuestos:

La red estará presurizada una vez que el volumen de agua almacenado dentro de ella (V_s) sea igual al volumen de la red (V_R), el cual se calcula con la ecuación 1 como el área (A) de la tubería de 4" (0.0081m²) por su longitud (1956 m):

$$\gg 1) V_R = .0081m^2 * 1956 m = 15.86 m^3$$

Por su parte, el volumen almacenado (V_s) puede ser calculado utilizando la ecuación 2 que se describe a continuación:

$$\gg 2) V_s = \int_0^t Q_{in} dt - \int_0^t Q_{out1} dt - \int_0^t Q_{out2} dt \dots - \int_0^t Q_{out12} dt$$

Siendo Q_{in} el caudal que suministra la línea de conducción a la red y Q_{out} el caudal que descarga la red en las cisternas. Suponiendo una carga (h) constante de 20 m, Q_{in} puede estimarse mediante la ecuación 3:

$$\gg 3) Q_{in} = A * \sqrt{2 * 9.81 * h} = .0081m^2 * \sqrt{2 * 9.81 * 20} = 0.16m^3/s$$

Por su parte, el caudal que descarga la red en cada cisterna es diferente, ya que depende de la altimetría de la cisterna, así como de la distancia a la que se encuentre del punto donde se alimenta la red, sin embargo, de la figura 4 se observa que el caudal máximo que será capaz de descargar la red en las cisternas es de 27.13 l/s. Asumiendo este valor como la suma de los caudales que descarga cada cisterna, el tiempo de llenado máximo se puede obtener utilizando la ecuación 4:

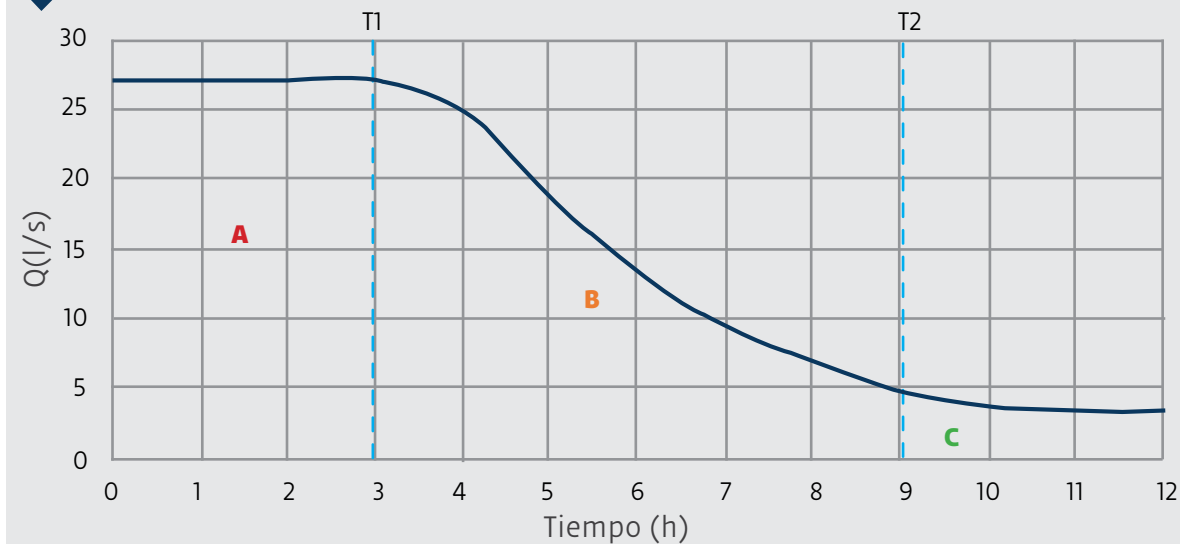
$$\gg 4) V_s = .16 t - .02713t = 15.86 \therefore t = 119 s \approx 2 min$$

Lo anterior indica que los resultados del modelo serán válidos después de transcurridos dos minutos de iniciado el servicio.

● Curva de caudal suministrado

En la figura 6 se reproduce una parte de la curva del caudal suministrado al sistema (miércoles), mostrado en la figura 4, pero en una esca-

Figura 6. Curva de caudal suministrado.



la de tiempo menor. La curva de la figura 6 se encuentra dividida en tres zonas, por los puntos T1 (tiempo que tarda en llenarse la primera cisterna) y T2 (tiempo que tarda en llenarse la última cisterna). La zona de llenado (A) se desarrolla durante el periodo en el cual la red vierte de manera libre en todos los tanques, por lo que en ella se presenta el caudal pico. Depende, principalmente, de la presión en la red y el volumen que los usuarios son capaces de almacenar. La zona de servicio continuo (C) ocurre una vez que todos los tanques han sido llenados y el sistema sólo consume el volumen de agua que se logre abatir mientras continúe el servicio. Finalmente, la zona de transición (B) ocurre durante el periodo en el cual unos tanques terminan de llenarse y otros aún no se han llenado debido a la diferencia de carga disponible.

● Escenario óptimo de operación

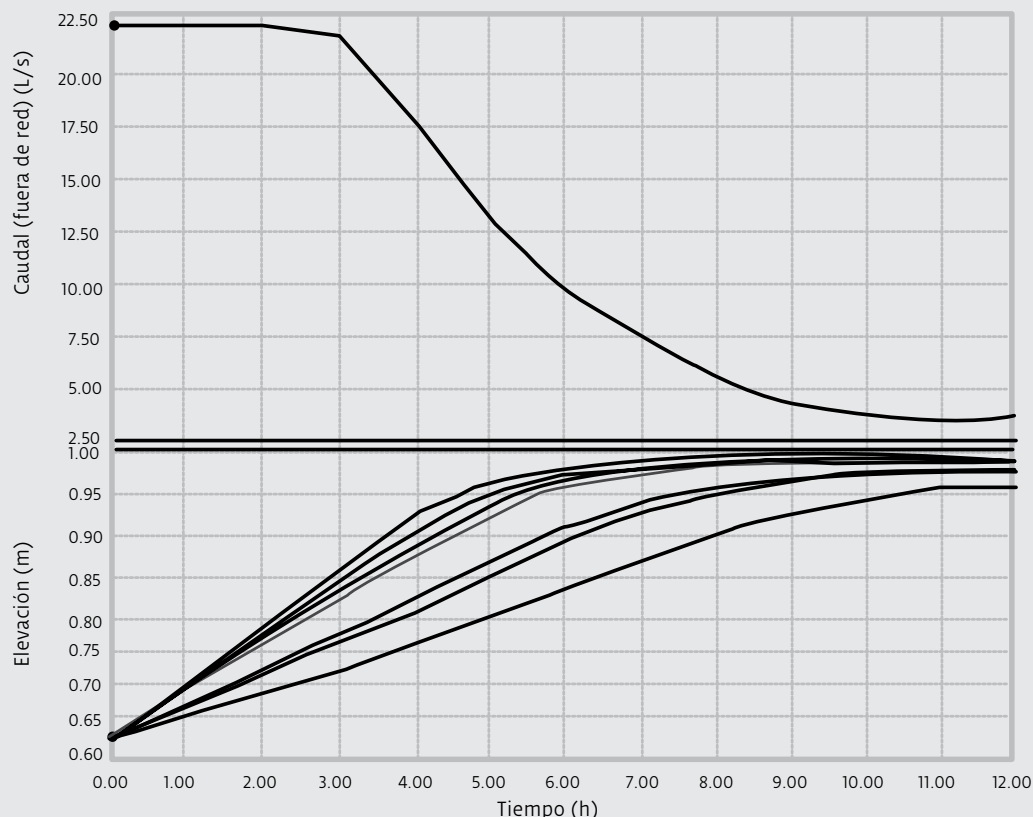
De los resultados mostrados en las figuras 4 y 6 se aprecia que la zona de llenado es la que tiene una mayor eficiencia, mientras que la

zona de servicio continuo se llega a desperdiciar 3/4 partes del agua suministrada. Por lo que, mantener el servicio por periodos prolongados más allá del punto T2, merma de manera importante la eficiencia de la red. Por otro lado, terminar el servicio antes del punto T2 implicaría no satisfacer la demanda de todos los usuarios.

Finalizar el servicio en T2 incrementa la eficiencia del sistema a 63%. No obstante, debido a que las fugas son dependientes de la presión, existe una alternativa que permite incrementar la eficiencia del sistema, sin comprometer la duración del servicio y, adicionalmente, reduciendo el caudal en la red y con ello su desgaste. Reducir la presión en la red permite incrementar la zona de llenado y reducir la zona de servicio continuo, de manera que es posible ajustar el valor T2 para acercarse a una determinada duración.

La figura 7 representa el comportamiento de la red con 12 mca en la toma (8 m menos que el escenario original). Esto permite disminuir el gasto de las fugas y ampliar el rango óptimo de

Figura 7. Óptimo de operación 12 mca.



**EL VOLUMEN
SUMINISTRADO
EN EL ESCENARIO
CUATRO SE
REDUJO 9%
A 654 M³
INCREMENTANDO
LA EFICIENCIA DEL
SERVICIO A 65%.**

operación. El volumen suministrado en el escenario cuatro se redujo 9 % a 654 m³ incrementando la eficiencia del servicio a 65%.

● Periodicidad y tiempo de servicio

Uno de los indicadores reportados por PIGOO para evaluar la calidad del servicio intermitente es el número de horas que dura el servicio, sin embargo, no se reporta la periodicidad del mismo. Lo anterior es importante ya que la periodicidad está relacionada con la calidad del agua que recibe el usuario (entre mayor tiempo se encuentre almacenada, más difícil será garantizar la calidad de la misma), mientras que la duración del servicio no necesariamente se relaciona con la percepción de un mejor servicio;

no obstante, su duración sí incide en la cantidad de agua que se desperdicia, tal y como se mostró en el apartado anterior. A continuación, se muestran los efectos en la eficiencia del sistema al variar la periodicidad del servicio, manteniendo el total de horas a la semana del esquema original (36 horas/semana).

En la figura 8 se muestra el porcentaje de llenado de las cisternas, la línea continua representa el promedio de todas las cisternas, la línea punteada superior verde representa el caso más favorable y la línea punteada naranja el caso más desfavorable (la cisterna que más tarda en llenarse). En la figura 9 se muestra el comparativo del caudal suministrado entre los escenarios sin fugas (donde se suministró un volumen



- Servicio 6 veces a la semana con duración de 6 horas.

Figura 8. Nivel de las cisternas en %.

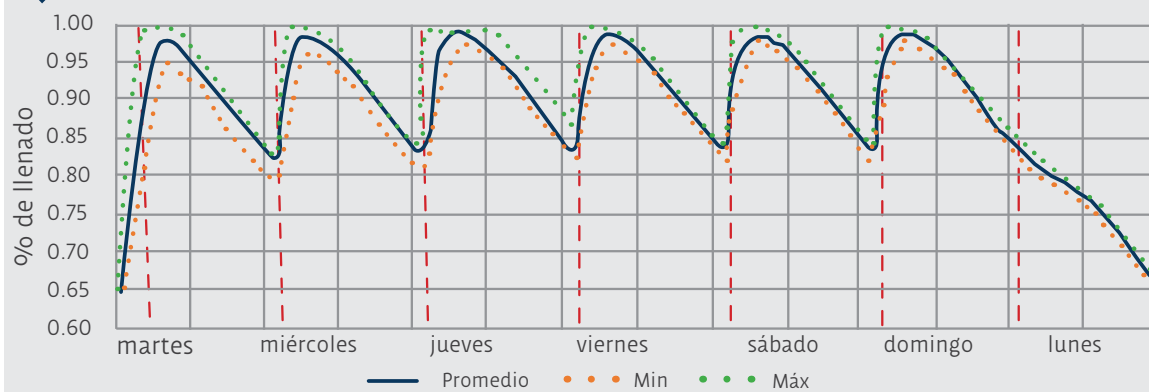


Figura 9. Caudal suministrado con y sin fugas.

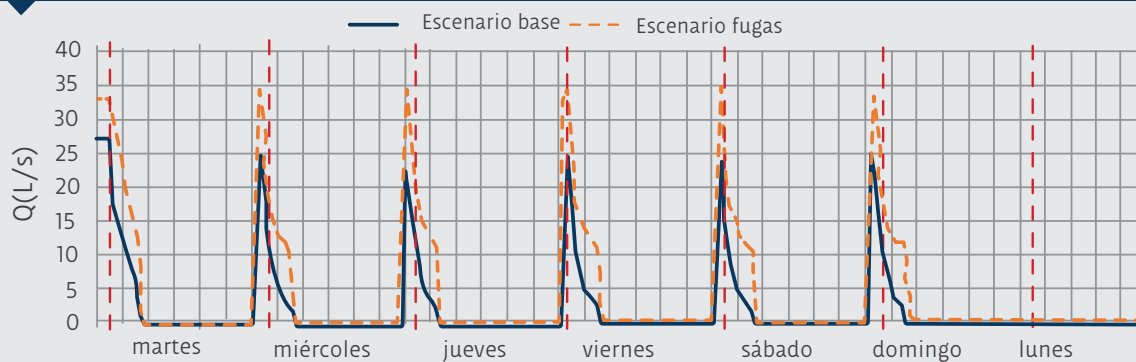


Figura 10. Nivel de las cisternas en %.

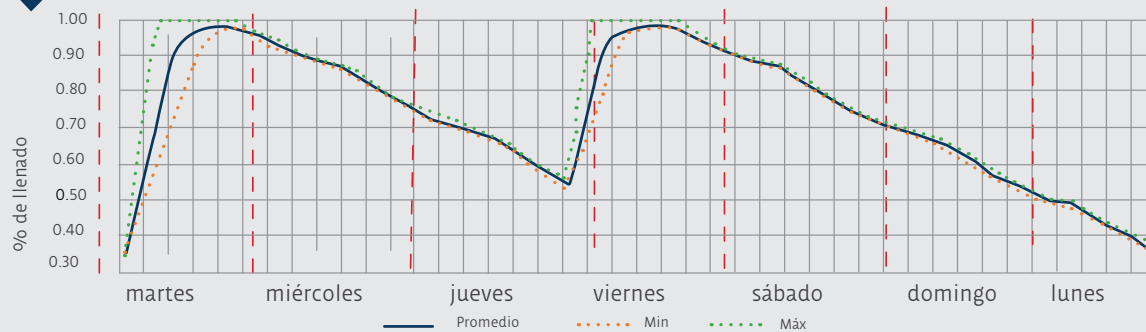
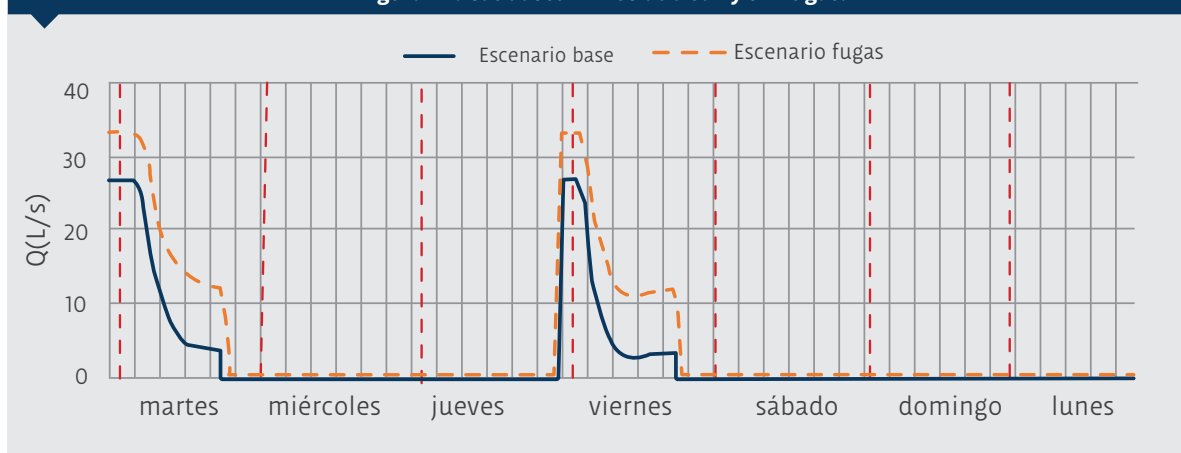


Figura 11. Caudal suministrado con y sin fugas.



de 1644.21 m³) y considerando fugas (donde se suministró un volumen de 2580.6 m³) bajo esta política de operación.

Debido al corto periodo de tiempo del servicio, la curva de caudal tiene un comportamiento en forma de picos ya que no alcanza a estabilizarse en la zona de servicio continuo. Sin embargo, debido a la periodicidad del servicio el nivel de las cisternas no alcanza a disminuir y el servicio satisface la demanda de los usuarios.

$$Eff = \frac{1644.21}{2580.6} = 0.64$$

En la figura 10 se muestra el porcentaje de llenado de las cisternas bajo este esquema de operación; la línea continua representa el promedio de todas las cisternas, la línea punteada superior representa el caso más favorable y la línea punteada inferior el caso más desfavorable (la cisterna que más tarda en llenarse). En la figura 11 se muestra el comparativo del caudal suministrado entre los escenarios sin considerar el efecto de las fugas en la línea continua (donde se suministró un volumen de 1623 m³) y considerando fugas en la línea punteada (donde se suministró un volumen de 2750.85 m³).

Pese a que el nivel de las cisternas disminuye considerablemente, el tiempo que tardan en ser llenadas es relativamente corto comparado con el tiempo que dura el servicio, por lo que si se mantiene el servicio como continuo, esto incrementará el volumen de agua perdida debido al incremento de presión en la red.

$$Eff = \frac{1623}{2750.85} = 0.59$$

RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de modelos similares en redes de distribución existentes no es necesario conocer el volumen real de las cisternas de todos los usuarios (siempre que no se vaya a proponer extender la periodicidad del servicio), basta con tener información confiable acerca de los consumos de los usuarios para conocer cuánta agua demandarán durante su servicio. No obstante, es recomendable realizar mediciones de cómo varía el nivel de las cisternas durante el servicio para calibrar el modelo, de modo que se garantice que el comportamiento del tanque sea representativo de las cisternas de la zona que abarca.

Asimismo, cabe mencionar que en este modelo se consideró una carga constante en

la obra de toma, debido a que no se dispone de información sobre los niveles de la fuente. Sin embargo, es importante considerar esta variación en casos prácticos. También se recomienda analizar todas las zonas de servicio que dependan de una misma fuente y su interacción. Debido a que los caudales demandados en las zonas de servicio más cercanas a la fuente de abastecimiento podrían ser mayores a los esperados, la carga en las últimas zonas de servicio podría ser considerablemente menor y no brindar el servicio de manera que se satisfaga la demanda.

Por otro lado, las redes con servicio intermitente, a diferencia de las que son abastecidas con servicio continuo, no requieren de altas presiones en la obra de toma ya que los usuarios no se abastecerán directamente de ella. Por ello es recomendable reducir la presión lo máximo posible para reducir los efectos de la erosión, así como de los transitorios y de esta manera, incrementar la vida útil de la red y disminuir la probabilidad de generar fugas.

Es recomendable reducir los tiempos de servicio de manera que se logre abastecer a todos los usuarios, sin que se prolongue más allá de este periodo ya que ayuda a incrementar la eficiencia del sistema.



• José A. Romero Gil

Egresado de la Licenciatura en Ingeniería Civil por la Universidad de las Américas Puebla con mención cum laude, acreditó el programa de honores a través de la tesis Modelos

en redes de distribución de agua potable con servicio intermitente en la zona urbana de Puebla de Zaragoza como herramienta de gestión para incrementar la eficiencia del sistema. Ha asistido a diversos cursos y seminarios relacionados con la gestión del agua.

jose.romerogl@udlap.mx



• Benito Corona Vásquez

El Dr. Benito Corona Vásquez es director académico del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental y profesor del Doctorado en Ciencias del Agua de la Universidad de las Américas

Puebla. benito.corona@udlap.mx



• Carlos Patiño Gómez

Es Ingeniero civil de profesión y maestro en Ciencias en Hidráulica, egresado del Instituto Politécnico Nacional. Tiene el título de doctor en Ingeniería Civil y un postdoctorado en Ingeniería Civil, con especialidad en recursos hídricos y medio ambiente, por parte de la Universidad de Texas en Austin, EE.UU.. Miembro del SNI - nivel 1.

carlos.patino@udlap.mx

REFERENCIAS

- Bentley Systems Inc. (2017). WaterGEMS CONNECT Edition Help. Recuperado de www.bentley.com/WaterGEMS
- Cabrera-Béjar, J. A. y Gueorguiev-Tzatchkov, V. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(2), 5-25.
- CONAGUA (2016). *Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento: datos básicos*. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA (2016). *Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución saneamiento: diseño de redes de distribución*. México: Comisión Nacional del Agua, Ciudad de México.
- Romero-Gil, J. A. (2018). *Modelos en redes de distribución de agua potable con servicio intermitente en la zona urbana de Puebla de Zaragoza como herramienta de gestión para incrementar la eficiencia del sistema* (tesis de licenciatura no publicada). México: Universidad de las Américas Puebla.
- Saavedra-Horita, J. R., Rodríguez-Varela, J. M. y Hasen-Rodríguez, M. P. (2016). *Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores*. Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del agua.
- Velitchko, G. Tzatchkov, H., Alcocer-Yamanaka, V. J., Bourguett-Ortiz, F. I. y Arreguín-Cortés, F. (2014). *Avances en la hidráulica de redes de distribución de agua potable*. Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.



Entorno

POLÍTICA EDITORIAL

CONSULTE LA POLÍTICA EDITORIAL EN: WWW.UDLAP.MX/ENTORNO

MISIÓN

Difundir el conocimiento, los avances científicos y tecnológicos, y la creación artística, a través de la publicación de artículos de divulgación y notas inéditos, que brinden aportaciones originales.

CONTENIDO

Multidisciplinario, integrado con artículos y notas derivadas de una investigación, innovación o creación artística, principalmente, pero no de forma necesaria desarrollada en la UDLAP, con la participación de profesores y/o estudiantes. Que difundan aportaciones o innovaciones científicas y tecnológicas originales, obras de creación artística o cultural que se desarrollen dentro del campo del conocimiento de las diversas disciplinas que se cultivan en la universidad. La orientación de los textos será de divulgación del conocimiento y la creación artística.

COBERTURA TEMÁTICA

Interdisciplinaria, en cualquiera de los campos del conocimiento, la innovación o la creación artística.

TIPO DE CONTRIBUCIONES

• Artículo científico

Documento científico que trata y difunde los resultados de una investigación o innovación exitosa, cuyas contribuciones aportan e incrementan el conocimiento actual. La orientación de los textos será divulgativa y éstos se someterán a revisión de pares.

• Artículo de creación

Documento que trata y difunde los resultados de una obra de creación artística o cultural. Será sometido a revisión de pares.

• Artículo de estado del arte

Documento que analiza a profundidad y difunde el conocimiento, en el estado del arte, de un problema, campo de investigación o área artística o literaria, de relevancia e interés general. Será sometido a revisión de pares.

• Nota especializada

Texto que trata avances en el campo de la práctica profesional, sin que necesariamente sea una aportación original, pero que contribuye con mejoras a aplicaciones o procedimientos.

• Notas breves

Reportan de manera resumida resultados de investigación, innovación y creación artística.

PROCESO DE ARBITRAJE

Las propuestas de contribuciones a la revista serán analizadas, revisadas y dictaminadas por el Comité Editorial, integrado por profesores e investigadores distinguidos. La participación de los miembros del Comité Editorial se considera una contribución profesional, que se realiza de manera honorífica. El proceso de arbitraje de los artículos se presenta en la Convocatoria, y puede consultarse en <http://www.udlap.mx/entorno/>.

Las «Notas breves» y «Notas especializadas» no se someterán a proceso de arbitraje, y su inclusión queda a cargo del editor en jefe y el editor temático.

AUTORES

Se publican trabajos de investigación, análisis e innovación científica, social, humanística o artística de especialistas y académicos mexicanos o extranjeros y en especial de profesores y/o estudiantes de la Universidad de las Américas Puebla. Se pueden incluir coautores de diversas instituciones. Se aceptarán trabajos en español o inglés, y en todos los artículos se incluirá un resumen en español y en inglés.

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES:

- La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores.
- La propuesta de un trabajo compromete a su autor a no someterlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.
- Los colaboradores, cuyos artículos hayan sido aceptados, cederán formalmente los derechos de autor a la Fundación Universidad de las Américas Puebla.

- Ser responsable de la calidad del español o inglés que utilice. Si su redacción es deficiente, se rechazará su contribución. La revista sólo se hará cargo del cuidado editorial.
- Estar atento para resolver las dudas y propuestas que presenten los editores y la coordinación editorial.

Cada autor deberá aprobar las pruebas de imprenta de sus textos, paso previo a su publicación.

• Recepción de trabajos

La recepción de artículos y notas es permanente.

A juicio del Consejo Editorial, se podrán incluir artículos por invitación.

• Periodicidad

Edición cuatrimestral.

La revista se editará en papel y en formato electrónico.

• Acceso abierto

La revista en formato electrónico tendrá acceso abierto en los sitios de internet de la UDLAP.

CONVOCATORIA

El Decanato de Investigación y Posgrado, a través del Consejo Editorial de la revista *Entorno UDLAP*, convoca a especialistas, catedráticos, investigadores y estudiantes, a enviar textos originales para su publicación.

La revista tiene como propósito difundir el conocimiento, avances científicos y tecnológicos, y la creación artística, a través de la publicación de artículos y notas inéditas que brinden aportaciones originales.

La revista *Entorno UDLAP* publica textos provenientes de la comunidad académica de la universidad y de autores externos.

El contenido de *Entorno UDLAP* es multidisciplinario, integrado con artículos y notas derivadas de una investigación, innovación o creación artística, principalmente, pero no de forma necesaria desarrollada en la UDLAP con la participación de especialistas, profesores y/o estudiantes. El objetivo será difundir las aportaciones o innovaciones científicas y tecnológicas originales, así como las obras de creación artística o cultural que se desarrollen dentro del campo del conocimiento de las diversas disciplinas que se cultivan en la universidad. La orientación de los textos será divulgativa. Se aceptarán los siguientes tipos de contribuciones:

- **Artículo científico:** documento científico que trata y difunde los resultados de una investigación original o innovación exitosa, cuyas contribuciones aportan e incrementan el conocimiento actual. Éstos se someterán a revisión de pares.
- **Artículo de creación:** documento que trata y difunde los resultados de una obra de creación artística o cultural. Será sometido a revisión de pares.
- **Artículo de estado del arte:** documento que analiza a profundidad y difunde el conocimiento, en el estado del arte, de un problema, campo de investigación o área artística o literaria, de relevancia e interés general. Será sometido a revisión de pares.
- **Nota especializada:** texto que trata avances en el campo de la práctica profesional, sin que necesariamente sea una investigación original pero que contribuye con mejoras a aplicaciones o procedimientos.
- **Nota breve:** texto que reporta de manera resumida resultados de investigación, innovación y creación artística.

Los interesados en publicar sus artículos y notas deberán enviar el documento al Dr. Polioptro Martínez Austria, editor general de *Entorno UDLAP*, al correo electrónico: revista.entornoudlap@udlap.mx

Todos los artículos entregados serán sometidos a un proceso de revisión por pares, en el sistema de «doble ciego», antes de ser aceptados para su publicación.

Las notas serán revisadas directamente por el presidente del consejo, el editor general y los editores temáticos, antes de ser aceptadas para su publicación.

Todos los textos deberán enviarse acompañados de una carta de presentación, firmada por el autor de correspondencia, con el formato que se incluye en el portal de la revista en <http://www.udlap.mx/entorno/>

BASES

Sobre los textos

1. Respecto a los autores:

- a. Se aceptarán textos de autores de cualquier procedencia. Son especialmente bienvenidos los de cualquier universidad o centro de investigación, público o privado.

- b. El contenido de los textos publicados es responsabilidad exclusiva de los autores.
- c. En el caso de textos con más de un autor, se indicará el nombre del «autor de correspondencia» que será quien mantenga la comunicación con el cuerpo editorial de la revista y coordinará el proceso de revisión con sus coautores y, en caso de ser aceptado para publicación, recabará la aprobación de la impresión de todos los autores.
- 2.** Participarán textos originales, inéditos, que no hayan sido publicados o sometidos a proceso de publicación en alguna otra revista. Deberán enviarse en formato del procesador Word, editable.
- 3.** Los artículos deberán contar con una extensión mínima de 16 mil caracteres y máxima de 23 mil. No exceder las quince cuartillas, incluidas figuras y tablas, con un espacio interlineal de 1.5 y con márgenes de 2 cm arriba y abajo, y 3 cm a la izquierda y a la derecha.
- 4.** Las notas breves o especializadas deberán contar con una extensión mínima de 7 mil caracteres, y máxima de 15 mil. No exceder las cinco cuartillas, incluidas figuras y tablas, con un espacio interlineal de 1.5 y con márgenes de 2 cm arriba y abajo, y 3 cm a la izquierda y a la derecha.
- 5.** Los autores se comprometerán a presentar trabajos originales, escritos en español o inglés y acompañados con una breve ficha biográfica.
- 6.** Los sistemas de citas y referencias a usar serán APA para temas de Ciencias Sociales, Negocios y Economía, Ciencias e Ingeniería; y MLA para textos de Artes y Humanidades.
- 7.** La bibliografía final de las obras citadas se presentará también en el sistema indicado y con datos completos (sin abreviaturas en nombres y apellidos, ni siglas en nombre de instituciones).
- 8.** Las notas a pie de página servirán para comentar, complementar o profundizar información dentro del texto. No deberán ser notas bibliográficas.
- 9.** Las citas textuales de más de cuatro líneas se escribirán en párrafo aparte, sangrado a la izquierda y en letra tamaño 10 puntos. El resto de las citas textuales se incluirán dentro del texto e irán entre comillas latinas (« »).
- 10.** Las figuras, a color de preferencia, deben enviarse también en archivo aparte, claramente numeradas y con los letreros que deban usarse.
- 11.** Cuando sea posible, las figuras deben proporcionarse con el formato del programa en el que fueron creadas y que sean editables. Si se envían en formatos JPEG, la calidad debe ser de impresión I.E. 300 dpi con ancho de 1500 píxeles mínimo proporcional alrededor de 12.5 cm.
- 12.** Si el artículo propuesto sufrió modificaciones, producto de las observaciones de los árbitros, su versión definitiva (apegándose a las indicaciones) será enviada de nuevo en un archivo electrónico para su edición. El editor informará a los autores del avance en el proceso de aprobación de su artículo.
- Previo al envío de manuscritos, se solicita a los autores consulten las guías para autores, política editorial y formatos disponibles en el sitio web de la revista en <http://www.udlap.mx/entorno/>

PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN DE ARTÍCULOS

- 1.** A partir de la convocatoria o invitación realizada, el autor de correspondencia enviará el manuscrito del artículo propuesto al editor en jefe quien revisará el cumplimiento general de los criterios para someter un manuscrito a revisión, así como la carta de propuesta y originalidad del texto. En caso de no cumplir los criterios, el editor en jefe lo informará a los autores para que, si así lo consideran conveniente, lo revisen y envíen de nuevo al proceso. En caso de cumplirse los criterios, el editor en jefe abrirá un expediente para el artículo y, con el apoyo del editor asociado del área de conocimiento correspondiente, designará dos árbitros de entre los miembros del comité editorial o invitará a otros profesores, investigadores o profesionales destacados. Los árbitros seleccionados podrán ser de la propia UDLAP o externos.
- 2.** Se enviará a los árbitros y se les fijará un plazo de una semana para declinar o de tres semanas para su dictamen. En caso de declinación, el editor en jefe, junto con el editor asociado, designará a otro árbitro.
- 3.** El dictamen de los árbitros podrá emitirse en cualquiera de los siguientes sentidos:
- Aceptado
 - Aceptado con cambios menores
 - Aceptado sujeto a cambios mayores
 - Rechazado

En todos los casos el dictamen deberá ser argumentado adecuadamente. Por «aceptado sujeto a cambios mayores», se entiende que el manuscrito sólo será publicado si se cumple con los cambios propuestos por los árbitros y será sujeto a una nueva revisión de parte del editor y/o los árbitros. Por «aceptado con cambios menores» se entiende que el manuscrito ha sido aceptado y se publicará tan pronto el autor o autores cumplan con los cambios solicitados, lo cual será revisado por el editor.

EL DICTAMEN SERÁ INAPELABLE

- 4.** En caso necesario, cuando se puedan producir demoras para la publicación de un artículo que se considere de interés, por falta o retraso de entrega de los árbitros, el editor en jefe, en coordinación con el editor temático que corresponda, tiene la facultad de emitir por sí mismo el dictamen.
- 5.** Una vez completado el ciclo de revisión y aprobado el texto, el editor en jefe enviará el manuscrito al coordinador editorial.
- 6.** El coordinador editorial, con el apoyo de la editora gráfica y del personal a su cargo, elaborarán el diseño editorial para impresión final y lo enviarán nuevamente al editor en jefe para su revisión, la del editor asociado y la de la secretaria ejecutiva. En caso necesario, se solicitará una nueva versión con correcciones a los autores.

Una vez concluido el diseño editorial, el editor general enviará a los autores la versión para impresión. Éstos harán en su caso las correcciones necesarias y firmarán una carta de autorización de la publicación y sesión de los derechos correspondientes a favor de la Fundación Universidad de las Américas, Puebla.

ENTREGA DE TEXTOS

Los interesados deberán enviar el documento original completo al Dr. Polioptro F. Martínez Austria, al correo electrónico revista.entornoudlap@udlap.mx

El texto deberá ir acompañado de una carta de presentación del trabajo en formato libre firmada por el autor de correspondencia, en representación de todos los autores.

Se recibirán textos de forma continua a partir de la publicación de esta convocatoria

PUBLICACIÓN DE LOS TEXTOS

Los documentos aceptados se mantendrán en una lista de espera para publicarse en la revista Entorno UDLAP. Los autores ceden, al aceptarse sus textos, el derecho de publicación a la Fundación Universidad de las Américas, Puebla.

LOS AUTORES

- 1.** El autor se compromete a no retirar su obra de la convocatoria una vez presentada.
- 2.** Es recomendable, más no necesario, que el autor haya registrado su obra en el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Para más información: http://www.indautor.gob.mx/formatos/registro/registro_obras.htm
- 3.** En el caso de usar figuras, tablas o datos de otras fuentes que requieran de autorización para reproducción y publicación, los autores se comprometen a obtener los permisos o autorizaciones necesarias.
- 4.** Los autores aceptan que, de ser seleccionados, no retirarán su obra si no es por el consentimiento mutuo de las partes.
- 5.** Los autores seleccionados se comprometen a colaborar con los editores para una óptima publicación de acuerdo con las necesidades editoriales.
- 6.** Los autores seleccionados aceptan la utilización publicitaria de su nombre e imagen exclusivamente para promoción de la revista y en los portales de Internet de la UDLAP.
- 7.** Los autores elegidos se comprometen a participar personalmente en los actos de presentación y promoción de su obra, de acuerdo con las necesidades editoriales.
- 8.** Una vez aceptado su trabajo para publicación, los autores firmarán una carta de sesión de derechos a favor de la Fundación Universidad de las Américas, Puebla.

VIGENCIA

La presente convocatoria se mantiene abierta de manera permanente, los interesados pueden enviar sus manuscritos propuestos en cualquier momento, a partir de esa fecha inicia el proceso de revisión por editores y por pares. En caso de ser aceptados, en su versión final, se publicarán en el siguiente número de la revista en que se tenga el espacio disponible, usualmente a más tardar en tres meses después de la fecha de aceptación final.

Cualquier duda respecto de esta convocatoria podrá ser consultada con el director ejecutivo.

ATENTAMENTE,

DECANATURA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**LLEGÓ TU
MOMENTO,
ELIGE
UDLAP**

NUESTRAS LICENCIATURAS

OFERTA ACADÉMICA



ESCUELA DE ARTES Y HUMANIDADES

- Animación Digital
- Arquitectura
- Arquitectura de Interiores
- Artes Plásticas
- Danza
- Diseño de Información Visual
- Historia del Arte y Curaduría
- Idiomas
- Literatura
- Música
- Teatro

ESCUELA DE CIENCIAS SOCIALES

- Antropología
- Ciencia Política
- Comunicación y Producción de Medios
- Comunicación y Relaciones Públicas
- Derecho
- Pedagogía
- Psicología Clínica
- Psicología Organizacional
- Relaciones Internacionales
- Relaciones Multiculturales

ESCUELA DE CIENCIAS

- Actuaría
- Biología
- Bioquímica Clínica
- Ciencias de la Nutrición
- Cirujano Dentista
- Enfermería
- Física
- Médico Cirujano
- Nanotecnología e Ingeniería Molecular
- Químico Farmacéutico Biólogo

ESCUELA DE INGENIERÍA

- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Biomédica
- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Energía
- Ingeniería en Industrias Alimentarias
- Ingeniería en Logística y Cadena de Suministros
- Ingeniería en Robótica y Telecomunicaciones
- Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Química

ESCUELA DE NEGOCIOS Y ECONOMÍA

- Administración de Empresas
- Administración de Hoteles y Restaurantes
- Administración de Negocios Internacionales
- Artes Culinarias
- Banca e Inversiones
- Economía
- Estrategias Financieras y Contaduría Pública
- Mercadotecnia

*Todas nuestras licenciaturas cuentan con el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios RVOE, puede consultarse en www.udlap.mx



Ex hacienda Santa Catarina Mártir • C.P. 72810
San Andrés Cholula, Puebla, México
(222) 229 21 12 (+521) 222 577 38 29
informes.nuevoingreso@udlap.mx

www.udlap.mx

UDLAP



UDLAP Consultores

CONSULTORÍA • **CURSOS** • DIPLOMADOS
PROGRAMAS ESPECIALES

EDUCACIÓN CONTINUA

Programas creados para contribuir con la formación, actualización y capacitación de nuestros clientes. Ofrecemos temas de vanguardia que mejoran la competitividad de las empresas y fomentan el desarrollo integral de los participantes. Impartidos por profesores con una amplia experiencia profesional y académica.

Los programas de educación continua se agrupan en las siguientes áreas:

- Artes y humanidades
- Ciencias sociales
- Contabilidad y finanzas
- Estrategias de marketing y negocios
- Habilidades Soft
- Ingeniería, tecnología y calidad
- Salud y bienestar

SOLUCIONES EMPRESARIALES

Nos centramos en el diseño de programas y proyectos que respondan a las necesidades específicas de cada organización: el contenido, duración, lugar y forma de impartición se definen siempre en función de estas necesidades. Contamos con programas *on demand* que aportan un enfoque práctico y estratégico, siempre bajo la premisa de generar valor a la empresa.

Algunas de nuestras áreas de más demanda son:

- Coaching ejecutivo
- Capital humano y habilidades soft
- Alta dirección y estrategias empresariales
- Economía y finanzas
- Marketing, comunicación y relaciones públicas
- Ingeniería, tecnología y calidad
- Derecho y nueva legislación

SOLUCIONES GUBERNAMENTALES

Programas enfocados en mejorar la administración pública en los ámbitos municipal, estatal y federal. El objetivo es elevar la calidad de los servicios que se ofrecen en estos sectores.

Nuestras áreas de especialización son:

- Recursos humanos
- Recursos financieros
- Planes y proyectos
- Programas de capacitación

UDLAP CONSULTORES

Edificio HU · Oficina 316

☎ (222) 229 27 13 · 229 22 56 · 229 20 00 ext. 5009 · 🌐 consultores.udlap.mx

✉ udlap.consultores@udlap.mx · 📱 /UDLAPconsultores · 🐦 @UDLAPconsult · 📺 UDLAP Consultores

UDLAP®

UDLAP®



DOCTORADOS DE ALTA INVESTIGACIÓN

Doctorado directo* en:

- Biomedicina Molecular - RVOE SEP-SES/21/119/01/1640/2016
- Ciencia de Alimentos** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1172/2014
- Ciencias del Agua** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1171/2014
- Sistemas Inteligentes** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1173/2014

*Puede iniciarse después de la licenciatura

Doctorado tradicional* en:

- Creación y Teorías de la Cultura** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1641/2016

*Puede iniciarse después de la maestría

**Pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT

Los alumnos aceptados cuentan con beca del 100% de colegiatura y con una manutención mensual por toda la duración del programa

Informes:

Dirección de Investigación y Posgrado

informes.doctorados@udlap.mx • Tel.: (222) 229 27 25

www.udlap.mx

EXCELENCIA ACADÉMICA

ELIGE UDLAP