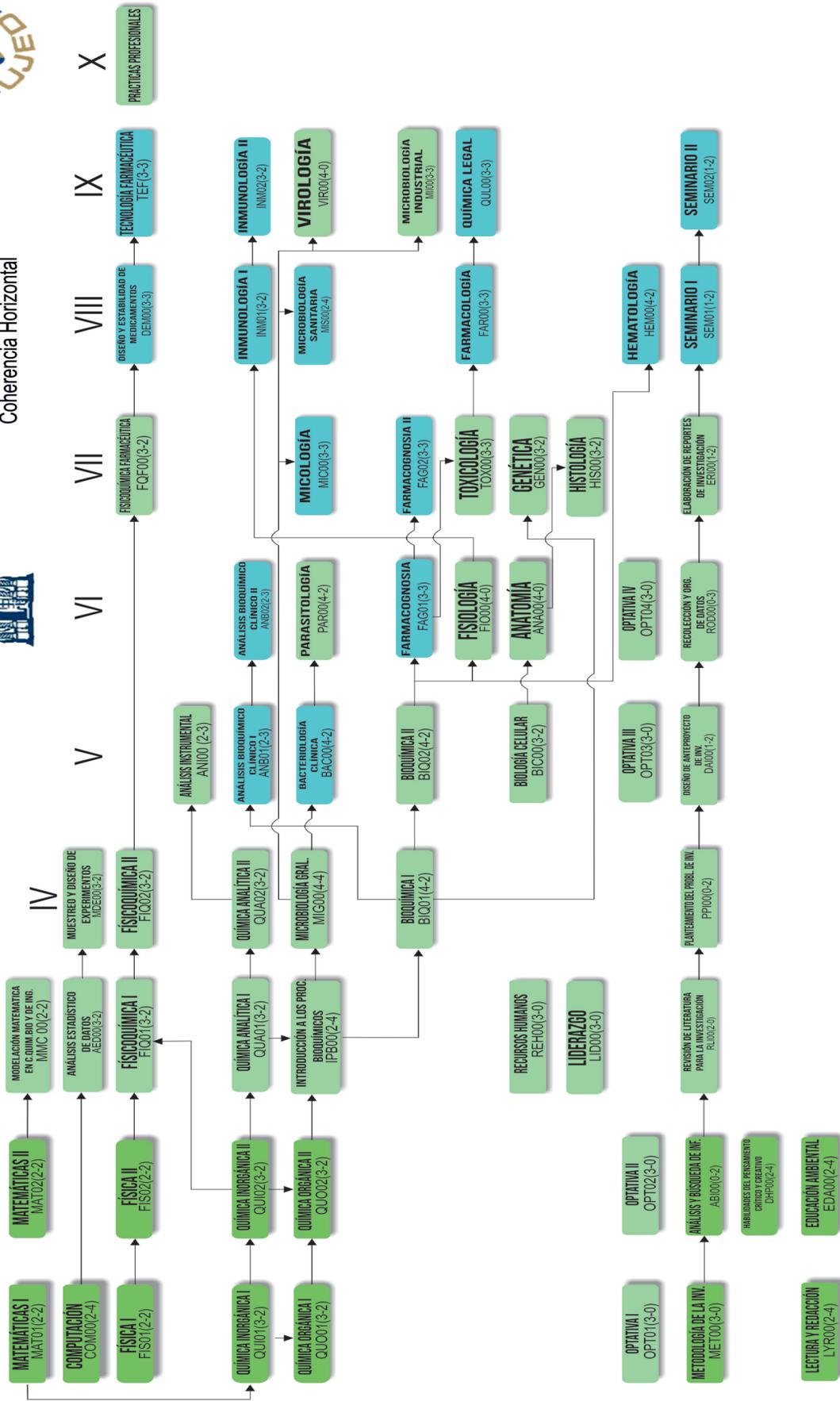


QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

MAPA CURRICULAR
Coherencia Horizontal



FORMACIÓN INTEGRAL

ARTE CULTURAL Y DEPORTE			FORMACIÓN INTELLECTUAL			ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN			SERVICIO SOCIAL EXPERIENCIA RECEPTIVAL			PRACTICAS PROFESIONALES											
T	P	C	T	P	C	T	P	C	T	P	C	T	P	C									
17	19	36	24	12	36	20	14	34	14	17	31	19	17	36	16	16	32	17	13	30	0	600	12
												8 CREDITOS			10 CREDITOS			4 CREDITOS			12 CREDITOS		

REVISTA MEXICANA DE INDUSTRIA Y SALUD

CINTILLO LEGAL

Revista Mexicana de Industria y Salud, año 2 No. 3 (Mayo-Octubre), es una publicación semestral editada por la Universidad Juárez del Estado de Durango a través de la Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio ubicada en Av. Artículo 123 S/N Colonia Filadelfia Gómez Palacio, Durango. C.P. 35010. Tel (871) 7158810 ext. 118, www.fcqgp.ujed.mx, editorremdis@gmail.com, www.simposiumfcqujed@gmail.com. Editor responsable: M. C. Mónica Andrea Valdez Solana.

Reserva de derechos al uso exclusivo (en trámite), ISSN (en trámite), ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Lic. Luis Antonio Montoya Jáquez, Departamento de informática de la Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio ubicado en Av. Artículo 123 S/N Col. Filadelfia Gómez Palacio, Durango. C.P. 35010, fecha de última actualización 30 de mayo de 2016.

Consejo Editorial

Juan Pablo Pardo Vázquez
Bioquímica; Facultad de Medicina, UNAM

Oscar Flores Herrera
Bioquímica; Facultad de Medicina, UNAM

Blanca Miriam Torres Mendoza
Epidemiología; Centro Investigación
Biomédica de Occidente, IMSS

Luis Eduardo Figuera Villanueva
Medicina Molecular; Centro Investigación
Biomédica de Occidente, IMSS

Jaime Héctor Gómez Zamudio
Farmacéutica; Centro Médico Nacional, Siglo
XXI

Graciela Castro Escarpulli
Microbiología; Depto. Bacteriología médica,
ENCB IPN

Eduardo Vázquez Valls
Director de Educación e Investigación en
Salud
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE);
Centro Investigación Biomédica de Occidente,
IMSS

Director editorial
Mónica Andrea Valdez Solana

Asistencia editorial
Francisco Carlos López Márquez
Juan José Martínez García
Erick Sierra Campos

Diseño
Luis Antonio Montoya Jaquez



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

C.P.C y M.I. Oscar Erásmo Návar García
Rector

Dr. José Antonio Herrera Díaz
Secretario General

C.P. Manuel Gutiérrez Corral
Director General de Administración

M.O.E. Ana María Álvarez del Castillo González
Coordinadora General de Posgrado

Dr. Víctor Manuel Rodríguez González
Director de la Facultad de Ciencias Químicas GP

Dr. Omar Alonso López
Secretario Administrativo

Ing. Alma Alejandra Peralta Caballero
Secretario Académico

M.C. Mónica Andrea Valdez Solana
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Dra. Aurora Martínez Romero
Coordinadora General de la Maestría en Ciencias Químicas

Dra. Esperanza Jasmín Calleros Rincón
Coordinadora de Investigación

Dr. Juan José Martínez García
Coordinador Académico

CONTENIDO

EDITORIAL	vi
BIOQUÍMICA	1
- Minireview de Reacciones de Óxido-Reducción Por Ilse Paola Segura Soto alumna de tercer semestre de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo	
ALIMENTOS	8
- Evaluación del Jugo de Naranja Ácida (<i>Citrus aurantium</i> L.) como Agente Inhibidor del Oscurecimiento Enzimático en Rodajas de Manzana Red Delicious Reza-Vargas María del Carmen, Ramírez-Baca Patricia, Candelas-Cadillo María Guadalupe, Aguilera-Ortiz Miguel	
- La reología en el estudio de las propiedades de los alimentos. Rodríguez-Rivera, A.E., Sánchez-Herrera, L.M., Delgado-Delgado, R., Antonio Hidalgo Millán.	
- Actividad de Agua, Porcentaje de minerales, Proporción de azúcares y DSC-Análisis térmico de los polvos obtenidos del jugo de los geles de Aloe vera y Aloe ferox secados por Aspersión y Liofilización. Juan J. Martínez García, Patricia Ramírez Baca, María G. Candelas Cadillo, José R. Minjares Fuentes, María de los A. Sáenz Esqueda	
CIENCIAS QUÍMICAS	30
- Química Nutricional Valdez G, Guadalupe., Rivera L, K.F., Orozco G, R., Hernández V, J. M., Segura S, I. P.	
CIENCIAS BIOMÉDICAS	38
- USO DEL CUESTIONARIO “FINISH DIABETES PREVENTION STUDY” EN EL MUNICIPIO DE MATEHUALA, SAN LUIS POTOSI, MEXICO Rojas-Mendoza, D.L.A., Terrones-Gurrola, M.C.R., Bautista-Olivares, L.A.,Castillo-Camarillo, R., Silva-Cázares, M.B.	
MICROBIOLOGÍA.....	48
- ¿Qué factores afectan la eficacia de las vacunas contra la viruela aviar? Valdez Solana MA., Flores Pruneda RE., Reyes Moreno KG., Martínez González M., Sierra Campos E.	
- Tamizaje fitoquímico y actividad biológica de extractos vegetales ante cepas microbianas Hernández-Chávez, A., Téllez-López, M.A., Saenz-Esqueda M.de los A., Castro-Barraza F., García-Luján C.	

La importancia de la escritura en la investigación científica.

En el siglo XVII, muchos científicos mantuvieron los resultados de sus investigaciones en secreto con el fin de que otros no pudiesen reclamarlos como propios. Figuras destacadas de ese entonces como Sir Isaac Newton evitaban a menudo anunciar sus descubrimientos por temor a que alguien más reclamara su autoría.



La solución a este problema fue propuesta e implementada por Henry Oldenburg, el entonces secretario de la Sociedad Real de Londres, al garantizar una publicación rápida en *Transacciones Filosóficas de la Sociedad Real* y su apoyo oficial en caso de presentarse conflictos de autoría. Por otro lado, el señor Oldenburg fue pionero en la práctica de enviar artículos/manuscritos a expertos que podrían evaluar su calidad. De aquí es donde surgió la actual revista científica y la práctica de la revisión por pares (1).

De esta manera, la escritura es una herramienta que sirve a la humanidad para resolver problemas, porque permite registrar información y darle permanencia en el tiempo, extendiendo la memoria humana, al incrementar el conjunto de bibliotecas y archivos del mundo. Por otra parte, la escritura posibilita contactarse con otros que no están físicamente presentes, extiende los límites espaciales de la comunicación reduciendo las distancias físicas. Además, sirve para representar información, es decir, para configurar ideas: al escribir, se trabaja sobre el pensamiento, se le da una forma entre otras posibles; la reflexión surgida a través de la escritura es diferente de la reflexión no escrita. La escritura da forma a las ideas pero no como un molde externo al contenido: al escribir se crean contenidos no existentes. Por ello, escribir es uno de los mejores métodos para pensar. Y una de las razones por las que se piensa distinto cuando se escribe es que la escritura permite tener de frente lo pensado, mantenerlo y volver a examinarlo (2).

El proceso de escritura científica tiene unos fundamentos que la soportan, que van más allá de presentar los resultados de un proceso de investigación. Pretende transmitir a los lectores estos resultados de una manera que facilite la mejor comprensión del mismo desde la perspectiva del lector (3).

Sin embargo, a la mayoría de las personas les cuesta escribir y esto se puede deber a varias razones (2):

- 1.- Escribir significa reorganizar lo que uno ya sabe para adecuarlo a la audiencia.
- 2.- Escribir es armar un texto autónomamente, es decir sin la ayuda de un interlocutor que dé retroalimentación.
- 3.- Escribir implica relacionar, jerarquizar, estructurar el caos del pensamiento primario. Es decir, escribir nos fuerza a organizar y por ello cuesta.
- 4.- Escribir exige ubicarse en el papel del receptor para poder prever qué es lo que éste necesita leer, de modo que entienda aquello que el autor desea transmitir.
- 5.- A veces no tenemos del todo claro cuáles son las características del género en el que vamos a escribir.
- 6.- Escribir incide en la imagen que uno tiene de sí mismo y en su autoestima. Por ejemplo la frase “a las palabras se las lleva el viento, pero lo escrito permanece” quiere decir que en la escritura no se puede decir “no quise decir eso” porque eso está ahí, escrito. La escritura nos expone y entonces nos compromete más.
- 7.- Escribir cuesta porque implica al menos dos renunciaciones: 1) renunciar a la fantasía de poder decir todo lo que uno sabe y 2) renunciar a parte de lo que ya se escribió debido a que carece de sentido o fundamento para darle mayor sentido a lo que se desea expresar.
- 8.- Adicionalmente, cuesta escribir públicamente en la investigación porque el hacerlo exige precisamente convertir en público lo que tiene un origen privado.

Debido a esto surge la pregunta de ¿Cómo afrontar los problemas con la escritura?, para ello te mostramos algunas ideas que seguramente te facilitarán esta tarea (2):

- a) Acostúmbrense a escribir, es decir, primero escriban en privado y posteriormente intenten publicar lo escrito.
- b) Tener en mente que la escritura se subdivide en varias actividades como los son el leer tomando nota, redactar ideas complejas, realizar trabajo obsesivo para emprolijar las referencias, entre otras.
- c) Cuando una de estas subtareas las tenga detenidas es conveniente variar la subtarea
- d) En otras ocasiones es conveniente sostener la tarea hasta terminarla.
- e) Cuando la página este en blanco, dejar fluir las ideas y escribir sin censura ya después se pulirá para poder publicarla.
- f) Organizarse con los pares, hacer grupos, armar círculos de escritura, reunirse con compañeros para intercambiar y discutir borradores y para compartir experiencias.
- g) Es importante conocer cuáles son las características del género textual que se desea producir. Para ello, hay que leer y analizar *papers* si uno quiere escribir *papers*; leer ponencias o tesis, si se quiere escribir una; etc.

Por lo anterior expuesto, es altamente relevante brindar a los profesionales interesados en difundir el conocimiento que generan, herramientas de formación en escritura científica que les facilite

este proceso (4). Y para ello el primer paso es iniciar.

¿Te atreves a escribir?



Bibliografía

1. Ramón Fernando Colmenares Quintero. 2016. Universidad Cooperativa de Colombia. Editorial. Vol. 12, Núm. 19
2. Paula CARLINO. 2005. La Escritura En La Investigación. Instituto de Lingüística de la Universidad de Buenos Aires DOCUMENTO DE TRABAJO N° 19.
3. G.D. Gopen, J.A. Swan. 1990. The science of scientific writing. *Am Sci*, 78 (1990), pp. 550-558
- 4.- Javier Eslava-Schmalbach y Oscar Gilberto Gómez-Duarte. 2013. La escritura científica, un aspecto olvidado de la formación profesional. *Rev Colomb Anestesiol* Vol 41. Núm 2 pp. 79-81.

Cuerpos académicos

UJED CA-103 Ciencia y Tecnología de alimentos
Cuerpo académico en consolidación

Línea de investigación:
Desarrollo e innovación de los alimentos

Integrantes:

Dr. Juan Ramón Esparza Rivera
Dr. Miguel Aguilera Ortiz
Dr. Jorge Armando Meza Velázquez
Dra. María Guadalupe Candelas Cadillo
Dra. Patricia Ramírez Baca



UJED CA-108 Fisiopatología de la salud ambiental
Cuerpo académico en formación

Líneas de investigación:
Bases bioquímicas y moleculares de la salud

Integrantes:

Dr. Erick Sierra Campos
Dra. Rebeca Pérez Morales
Dra. Esperanza Yasmín Calleros Rincón

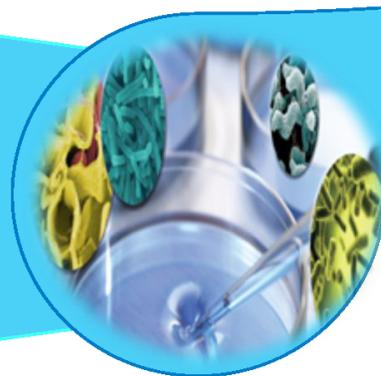


UJED-CA-125 Bacteriología médica diagnóstica y salud pública
Cuerpo académico en consolidación

Línea de investigación:
Factores de virulencia y drogasensibilidad de las enfermedades infecciosas y salud pública.

Integrantes:

Dra. Aurora Martínez Romero
Dra. Sandra Isabel Hernández González
Dr. José de Jesús Alba Romero





Maestría en Ciencias Químicas

PERFIL DE INGRESO

Aquellos profesionistas egresados de las carreras de QFB, IQA, Medicina, Biología, Ingeniería Química, entre otras áreas afines que sean emprendedores, curiosos, creativos disciplinados y que quieran adquirir una visión holística.

Los aspirantes deberán tener conocimientos básicos en el área de química, biología y estadística, destreza en el manejo de instrumentos de laboratorio, habilidades de expresión oral y escrita, así como habilidades en el uso de herramientas informáticas con interés en investigación, además de tener conocimientos del idioma inglés.

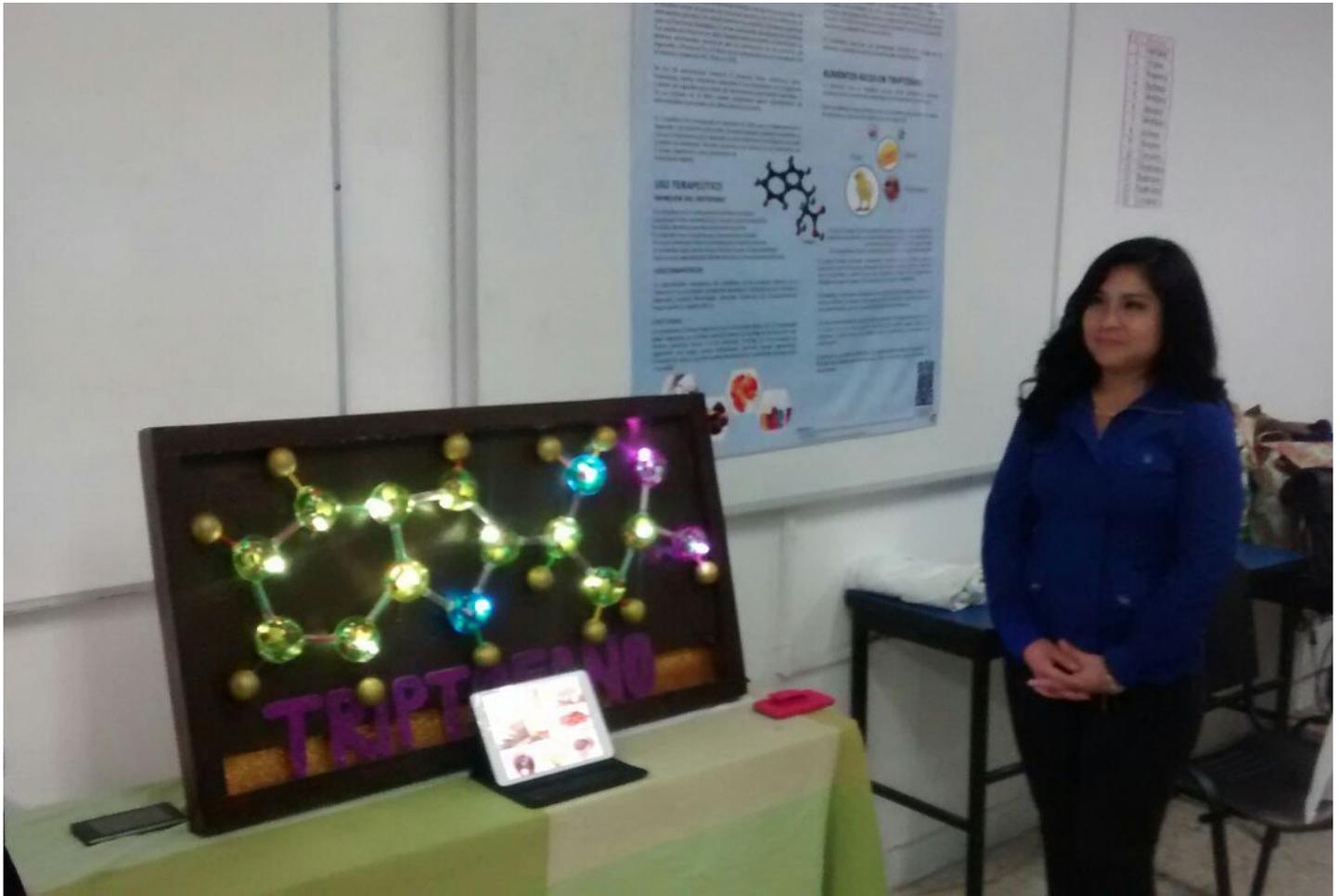
PERFIL DE EGRESO

Los egresados del Programa de Maestría en Ciencias Químicas contarán con habilidades en el área de química clínica, farmacología, análisis moleculares para el diagnóstico que les permitirán abordar distintas problemáticas en el ámbito de la salud, ciencia y tecnología de los alimentos Abordando los problemas sociales desde una perspectiva amplia, multidisciplinaria y será capaz de transmitir los conocimientos y proponer soluciones desde un punto de vista crítico y ético.



BIOQUÍMICA

(Bioenergética, proteínas, metabolismo)



*El mejor científico está abierto a la experiencia, y esta empieza con un romance,
es decir, la idea de que todo es posible.
Ray Bradbury (1920-2012) Escritor estadounidense.*

Minireview de Reacciones de Óxido-Reducción

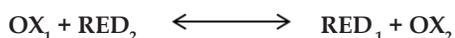
Por Ilse Paola Segura Soto alumna de tercer semestre de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo

Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio Av. Artículo 123 S/N Col. Filadelfia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio, Durango C.P 35010

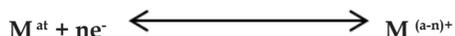
Introducción

A la sustancia que se oxida se le denomina agente reductor (debido a que provoca la reducción de la otra sustancia), mientras que a la sustancia que se reduce se le llama agente oxidante (provoca la oxidación de la otra sustancia). Una reacción REDOX consiste en el traspaso de electrones desde una sustancia X (agente reductor) hacia una sustancia Y (agente oxidante). Una aplicación en la vida cotidiana de este tipo de reacciones son las pilas que usamos a diario en varios aparatos, como despertadores, calculadoras, relojes, celulares, dichas reacciones se representan a través de ecuaciones electroquímicas, que son de tipo REDOX.

Oxidantes y Reductores.



OX_1 se reduce a RED_1 y RED_2 se oxida a OX_2 de esta manera OX_1 es el agente oxidante y RED_2 es el reductor. Así mismo, un agente oxidante tiende a tomar un electrón o más y se reducirá a un estado inferior de oxidación.



Un agente reductor es aquel que dona electrones y un agente oxidante tiende a aceptar electrones y alcanzar el estado energético más estable.

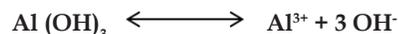
Cuando un átomo, ion o molécula adquiere carga positiva (es decir pierde electrones) se oxida. Cuando un átomo, ion o molécula adquiere una carga más negativa (gana electrones) decimos que se ha reducido. A la ganancia de electrones que experimenta una sustancia se le llama reducción. Cuando un reactivo pierde electrones otro debe ganarlos ya que la oxidación y reducción siempre van juntas ya que el agente oxidante provoca la oxidación del agente reductor generando

la pérdida de electrones de la sustancia y, por tanto se oxida en el proceso.

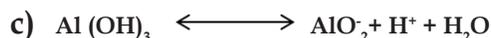
Anfolitos.

Una sustancia anfotérica o anfótera es aquella que puede disociarse indistintamente como ácido o base dependiendo de la acidez o basicidad del medio en el que se encuentre. El $\text{Al}(\text{OH})_3$ disuelto en agua es poco soluble y puede actuar:

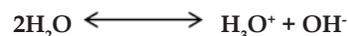
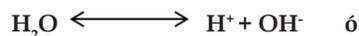
- a) Como base débil pues la parte disuelta se disocia dando iones OH^- :



- b) Como ácido débil es una sustancia anfótera, ya que al disociarse se producen protones e iones hidróxido:

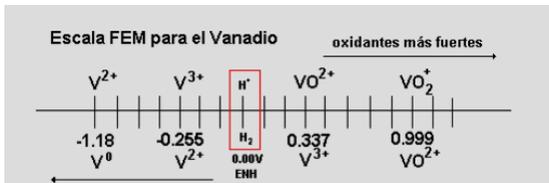


**El agua es un anfólito ya que puede producir protones e iones hidróxido:*



Poli-oxidantes y Poli-reductores.

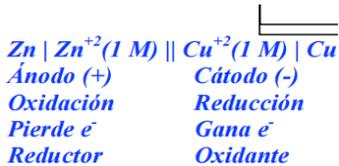
Cuando un mismo elemento puede adquirir más de un estado de oxidación (puede intercambiar varios electrones), dicho elemento se denomina poli-oxidante o poli-reductor, esto dependiendo de las reacciones que se consideren.



Como ejemplo podemos considerar el vanadio:

El vanadio puede ser poli-reductor o poli-oxidante. El ion V^{3+} puede reducirse a V^{2+} u oxidarse a VO^{2+} estas especies que se comportan como oxidantes o reductores dependiendo del medio se les denomina anfóteros.

Par oxido-reducción



Las reacciones electroquímicas se llevan a cabo en semi-reacciones, una de ellas se lleva a cabo en el ánodo y la otra en el cátodo. Para denotar una reacción electroquímica, se considera que la línea vertical sencilla representa la interfase entre el electrodo y su solución y la línea vertical doble representa el puente salino. El ánodo se escribe a la izquierda y el cátodo a la derecha.

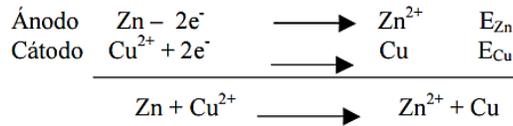
En una celda, el ánodo es por definición, el electrodo donde se lleva a cabo la oxidación, y el cátodo es el electrodo donde se lleva a cabo la reducción.

Semi-reacciones

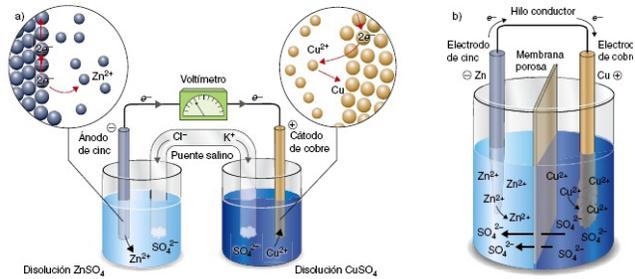


Reacción completa

La reacción global de la celda es igual a la suma de las 2 reacciones de semi-celda



Potencial de electrodo y potencial estándar.



Un **electrodo** es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrodo, el vacío un gas etc. Mientras que una **celda electroquímica** es un dispositivo mediante el cual la energía química se transforma en energía eléctrica o viceversa. Esta a su vez se divide en dos: la celda electrolítica, la cual requiere de energía eléctrica para que la reacción química se lleve a cabo y la celda Galvánica en la que la reacción química ocurre de manera espontánea produciéndose energía eléctrica. El potencial eléctrico generado en una celda se obtiene mediante la suma de los potenciales de electrodo o bien restando el potencial del ánodo menos el potencial del cátodo, tomando los potenciales de reducción que se encuentran en las tablas.

El **potencial de electrodo** se define como el potencial de una celda formada por el electrodo en cuestión, que actúa como cátodo, y el electrodo estándar que actúa como ánodo desde un punto de vista electrostático. El potencial eléctrico absoluto de un punto se define como el trabajo que se requiere para trasladar una unidad de carga positiva de una distancia infinita en el espacio al punto en cuestión es decir los 2 electrodos de una celda, entonces tenemos que el punto con mayor potencial eléctrico tiene también la carga positiva mayor. Es necesario subrayar que, a pesar de su nombre, un potencial de electrodo, es en realidad, el potencial de una celda electroquímica.

Es imposible medir el potencial de un solo electrodo, pero arbitrariamente se le ha dado el valor de cero al electrodo de hidrógeno, que se toma como referencia. Para que los

valores de potenciales relativos de electrodo sean útiles y tengan aplicación amplia, por convención se emplea una semicelda de referencia frente a la cual se comparan todas las demás. Un electrodo como este debe ser fácil de fabricar, ser reversible y de comportamientos sumamente reproducibles. E^0 se conoce como potencial estándar de reducción y mide el voltaje o fuerza electromotriz (fem) de una pila, que se calcula por la diferencia de potencial entre sus dos electrodos, cuando la concentración de la solución es 1M y todos los gases están a 1 atm de presión y 25°C. A este electrodo de hidrógeno se le llama electrodo estándar de hidrógeno EEH, que es un electrodo de gas común que se burbujea en una disolución de ácido clorhídrico con un electrodo de platino, el cual proporciona la superficie para que el hidrógeno se disocie y además sirve como conductor eléctrico, satisface todas las especificaciones y se ha empleado durante muchos años en todo el mundo como electrodo de referencia. Este electrodo se puede utilizar para medir los potenciales de otros electrodos.



Ecuación de Nernst.

El potencial de una celda galvánica depende de las actividades de las diferentes especies que toman parte en una reacción dentro de la celda. A la ecuación que expresa esta relación se le llama ecuación de Nernst, y se utiliza para expresar la relación entre el potencial de un electrodo de metal- ion metálico y la concentración del ion en la solución. La ecuación de Nernst es útil para hallar el potencial de reducción en los electrodos en condiciones diferentes a los estándares (concentración 1 M, presión de 1 atm, temperatura de 298 K ó 25 °C).

La ecuación tiene la siguiente forma:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$$

Donde E, hace referencia al potencial del electrodo.

E^0 = potencial en condiciones estándar.

R= constante de los gases.

T= temperatura absoluta (en grados Kelvin).

n= número de moles que tienen participación en la reacción.

F= constante de Faraday (con un valor de 96500 C/mol, aprox.)

Q= cociente de reacción

De tal modo que para una reacción química $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$, el cociente de reacción se expresa:

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

De esta manera los corchetes indican las presiones parciales de los gases si estos están implicados o bien las concentraciones molares de iones disueltos, estas a su vez están elevados a un exponente que corresponde al valor de los coeficientes estequiométricos al balancear la reacción. Además es importante mencionar que las sustancias que se encuentran en estado sólido al asignarles una concentración unitaria, no aparecen en Q.

Los valores de Q son instantáneos, es decir, las concentraciones molares o las presiones parciales son obtenidas en el momento de la medición y no en el punto del equilibrio de la reacción. Por tanto Q no es una constante, sino que cambia de forma continua hasta alcanzar el equilibrio donde $Q = K$.

$$\Delta G = RT \ln Q/K$$

La ecuación de Nernst también nos permite medir el máximo trabajo que puede obtenerse, a presión y temperatura constantes y adicionalmente se relaciona con la variación de energía libre mediante la ecuación:

$$\Delta G = -n F E_{cel}$$

Donde

F tiene un valor de 96485 culombios por mol de electrones

n hace referencia al número de electrones que participan en el proceso.

E_{cel} es el potencial de celda

Así al Combinar las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$E_{cel} = -\frac{RT}{nF} \ln Q + \frac{RT}{nF} \ln K$$

Donde el término $\frac{RT}{nF} \ln K$ se denomina potencial estándar de celda, E^0_{cel}

Así, la ecuación de Nernst queda como:

$$E_{cel} = E^0_{cel} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

Como puede observarse, cuando los reactivos y productos

tienen valores de actividad tales que $Q = 1$, entonces el potencial de celda es igual al potencial estándar. Aproximando la actividad a concentración molar y teniendo en cuenta que los valores de concentración son instantáneos se obtiene la expresión:

$$E_{\text{cel}} = E^{\circ}_{\text{cel}} - RT/nF \ln K$$

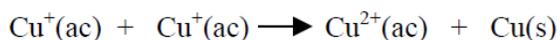
Así otra manera de expresarlo es en logaritmo de base diez y a 298 K la ecuación se transforma en:

$$E = E^{\circ} - \frac{0.059}{n} \log \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Reacciones de dismutación y anfoterización.

Una especie química en solución, puede reaccionar desde el punto de vista redox, con cualquier otra especie presente en dicha solución. Si alguna de estas reacciones ocurre, diremos que dicha especie es inestable en solución. Cuando se está considerando la estabilidad de una especie en solución, se deben tener en cuenta todos los agentes que puedan reaccionar con ésta: el disolvente, otros solutos y el oxígeno disuelto. Además, es posible, en algunos casos, que una especie reaccione consigo misma (dismutación) dando lugar a una especie más reducida y a otra más oxidada.

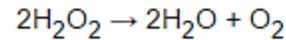
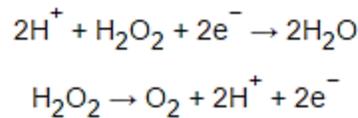
La dismutación consiste en la autotransformación de un ion para pasar a un estado de valencia superior y otro inferior. Se da en iones que tienen al menos tres estados de oxidación. Un ejemplo de ello es el ion cobre el cual no es estable en solución acuosa por lo que sufre una oxidación y reducción simultánea:



Adicionalmente, esta reacción es termodinámicamente posible ya que $E^{\circ} = 0,52 - 0,16 = 0,36\text{V}$ y la constante de equilibrio viene dada por la siguiente expresión:

$$0,36 = \frac{0,059}{n} \log K$$

Como $n=1$, $K = 1,3 \times 10^6$. El valor elevado de la constante nos indica que la dismutación es una reacción prácticamente completa.



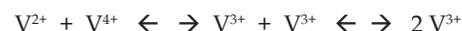
Otro ejemplo de dismutación es la descomposición del agua oxigenada; los productos de este proceso son el oxígeno molecular y el agua. El oxígeno presente en el agua oxigenada se encuentra en el estado de oxidación -1 y como producto de la descomposición pasa al estado de oxidación 0 en el oxígeno elemental donde se encuentra oxidado, y al mismo tiempo pasa al estado de oxidación -2 en el agua siendo reducido.

Reacciones de anfoterización

Una reacción de anfoterización es aquella donde ocurre la formación de un anfolito (especie que puede oxidarse y a la vez reducirse generando un grado de oxidación intermedio, a partir de dos grados de oxidación, uno superior y otro inferior del mismo elemento).

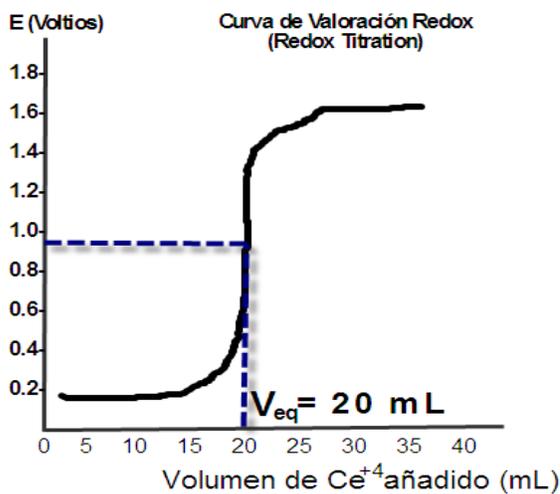


La anfoterización ocurre cuando el potencial normal de la pareja de oxidación-reducción en que el anfolito juega el papel de reductor, es superior al de la pareja donde el anfolito juega el papel de oxidante, por ejemplo si añadimos V^{4+} a una solución de V^{2+} se producirá:



En el caso contrario cuando el potencial normal de la pareja en que un anfolito juega el papel reductor sea inferior al de la pareja en que el anfolito juega el papel de oxidante, se produce dismutación.

Representación gráfica de las reacciones RED-OX



Una valoración, es un método analítico que permite conocer la concentración de una sustancia que puede actuar como oxidante o reductor cuando reacciona con la sustancia valorante. En una valoración redox a veces es necesario el uso de un indicador redox que sufra un cambio de color y/o de un potenciómetro para conocer el punto de equivalencia o punto final. En otros casos las propias sustancias que intervienen experimentan un cambio de color que permite saber cuándo se ha alcanzado ese punto de equivalencia entre el número de moles de oxidante y de reductor, como ocurre en las iodometrías o permanganometrías. Así, el punto de equivalencia se determina por un cambio brusco de color o aparición de precipitado.

Referencias bibliográficas.

1. Theodore L., Brown, H. Eugene LEMAY JR., et al. Química ciencia central, Editorial Pearson. 2009, (136-137).
2. Raymond Cheang (2007). Química ejemplar 7, 9ª edición. McGRAW-HILL, (133-134).
3. Stevens S., et al. (2012). Principios de química 7ª edición. CENGAGE-Learning, (182-602).
4. <http://quimica.laguia2000.com/ecuaciones-quimicas/ecuacion-de-nernst#ixzz4BgwBL6Qs> revisado el 15/06/2016

Químico farmacéutico Biólogo

PERFIL INGRESO

El aspirante a ingresar a esta Facultad con el deseo de cursar la Carrera de Químico Farmacéutico Biólogo, debe reunir las siguientes características: 1. Conocimientos generales de las ciencias básicas como son: Química, Física, Matemáticas y Biología. 2. Habilidades para: Aprender por sí mismos, resolver problemas y para el razonamiento numérico y verbal. 3. Actitud pro - activa, y emprendedora. 4. Capacidad de trabajar en equipo. 5. Espíritu emprendedor. 6. Capacidad de análisis y síntesis, de observación analítica, de deducción y de memoria. 7. Gusto por la ciencia y la investigación. 8. Habilidad manual. 9. Espíritu científico y creativo. 10. Aptitud para aplicar en la práctica conocimientos teóricos.

PERFIL EGRESO

El Químico Farmacéutico Biólogo es un profesionalista que basando sus estudios en la naturaleza y procesos químicos de los seres vivos y con una sólida formación en química y biología deberá aplicar sus conocimientos a la preparación y control de sustancias o sistemas que regulen o modifiquen los procesos bioquímicos, tales como medicamentos, cosméticos, alimentos y agentes de diagnóstico. - Aplicará sus conocimientos para resolver problemas en áreas de biotecnología, ciencias de los alimentos, microbiología, diagnóstico clínico, ambiental y análisis farmacéutico. - Se dedicará a la producción de bienes y servicios en áreas relacionadas con la salud, química farmacéutica, química legal y patología forense, laboratorios de diagnóstico clínico veterinario, laboratorios de análisis bromatológicos, bancos de sangre, biología, etc. - Tomando en cuenta el marco legal vigente en cada una de las áreas de desarrollo, colaborará con equipos de salud en el uso racional de medicamentos a través de programas de vigilancia farmacológica, desarrollo profesional de medicamentos, atención farmacéutica, distribución autorizada, etc. - Tendrá la capacidad de desarrollar con ética y responsabilidad la innovación de productos farmacéuticos con el propósito de mejorar la calidad de vida del paciente. - Con amplias bases en el ámbito industrial: Alimentos y bebidas, fermentación, químico - farmacéutica, agroquímica, química en general, biotecnología y cosmética, elaboración de productos para uso veterinario



ALIMENTOS

(Alimentos funcionales, biotecnología e innovación de los alimentos)



*No basta saber, se debe también aplicar. No es suficiente querer, se debe también hacer.
Goethe (1749-1832) Poeta y dramaturgo alemán.*

Evaluación del Jugo de Naranja Ácida (*Citrus aurantium* L.) como Agente Inhibidor del Oscurecimiento Enzimático en Rodajas de Manzana Red Delicious

¹Reza-Vargas María del Carmen, ¹Ramírez-Baca Patricia, ¹Candelas-Cadillo María Guadalupe, ^{1*}Aguilera-Ortíz Miguel

¹Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n. Fracc. Filadelfia. 35010. Gómez Palacio, Durango, México.

*maguilerao@hotmail.com

Resumen

Se evaluó el efecto del jugo de naranja ácida (*Citrus aurantium* Lin) para inhibir el oscurecimiento enzimático en rodajas de manzana antes y después de almacenados en refrigeración por 14 días. La textura (firmeza) fue analizada únicamente después de los 14 días de almacenamiento. Se aplicaron 3 agentes inhibidores y un control, con un tiempo de inmersión de rodajas de manzana de 5 min. Los tratamientos consistieron en la inmersión de las rodajas de manzana en jugo de naranja ácida, solución de ácido ascórbico al 2%, ácido cítrico al 5% y agua destilada (blanco). Por cada tratamiento se determinó color y textura a cuatro rodajas. Las pruebas analíticas fueron mediciones instrumentales de color (parámetros a^* y L^*) y textura (firmeza). Las unidades experimentales con el tratamiento de jugo de naranja ácida presentaron una mejor inhibición del oscurecimiento enzimático en comparación a las muestras de los demás tratamientos. Respecto a la textura se encontró que la conservación de las rodajas de manzana hasta los 7 días de almacenamiento fue aceptable, pero afectando significativamente la firmeza, al final del almacenamiento. Se requiere experimentación adicional para comprobar la utilidad del jugo de naranja ácida como agente inhibidor del oscurecimiento en productos alimenticios.

Palabras clave: Jugo de naranja, oscurecimiento enzimático, textura.

ABSTRACT

The effect of sour orange juice (*Citrus aurantium* Lin) to inhibit enzymatic browning in apple slices before and after storage under refrigeration for 14 days, was evaluated. The texture (firmness) was analyzed only after 14 days of storage. 3 inhibitors were applied and a control, with an immersion time of 5 min apple slices. The treatments consisted of immersion apple slices in sour orange juice, ascorbic acid solution 2%, 5% citric acid and distilled water (white). For each treatment was

determined color and texture to four slices. Laboratory tests were instrumental color measurements (parameters a^* and L^*) and texture (firmness). The experimental units to treatment of acid orange juice had a better inhibition of enzymatic browning compared to samples of other treatments. Regarding the texture was found that the preservation of apple slices to 7 days of storage was acceptable, but significantly affect the firmness, the end of storage. Further experimentation is needed to test the usefulness of orange juice as an inhibitor of browning in food products.

Key words: orange juice, browning enzymatic, texture.

Introducción

Los vegetales mínimamente procesados representan un segmento grande en la industria alimentaria y se encuentra en un crecimiento exponencial (Garrett, 1995; Schlimme, 1995). Muchos vegetales recién cortados o ensaladas mixtas están disponibles, pero el desarrollo de productos a base de frutas no se ha establecido, aún. Esto es debido principalmente al oscurecimiento enzimático y a efectos en la textura dados por el proceso de cortado en las frutas, los cuales limitan la calidad del producto y su vida de anaquel (Rolle y Chism, 1987; King y Bolin, 1989; Brecht, 1995). Durante el procesamiento de las frutas se presenta la disrupción de la integridad celular, debido a la cual se liberan enzimas endógenas que pueden perjudicar al producto; tal es el caso de las polifenoloxidasas (PFO) que promueven el oscurecimiento enzimático (OE) de jugos, néctares, jaleas y otros derivados de las frutas (Fennema, 1998). Las enzimas denominadas genéricamente PFO han sido sujeto de investigación desde la década de los 50 con la finalidad de caracterizarlas y evitar su actividad,

beneficiando así la presentación de los productos. Con el fin de evitar o controlar el OE se han empleado diversas sustancias como el ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y sulfitos, siendo estos últimos los agentes más efectivos en su actividad antioscuramiento (Dávila *et al.*, 2007). La adición de sulfitos para controlar el OE de frutas recién cortadas no está permitido (Anónimo, 1986). En 1986 se descubrió que los sulfitos promueven ataques en personas asmáticas, además de destruir a la tiamina; este hecho llevó a la pérdida de su estatus de GRAS (generalmente reconocido como seguro) (Lecos, 1986; Vieira, 1997). El control del OE en frutas y vegetales representa un problema para la industria alimentaria, especialmente por la restricción en el uso de sulfitos, debido a lo cual es importante la búsqueda de agentes que impidan este proceso. Se han propuesto alternativas para sustituir a los sulfitos, el más empleado es el ácido ascórbico (AA) o ácido eritórbico (AE) en combinación con adjuntos tales como ácido cítrico (AC), sales de calcio, fosfatos, cisteína, y otros agentes complejos y/o inhibidores de la PFO (McEvily *et al.*, 1992; Sapers, 1993). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el posible efecto inhibitorio del jugo de naranja ácida sobre la polifenoloxidasas de rodajas de manzana red delicious.

Materiales y métodos

Muestras experimentales

Para la realización de este experimento se utilizó manzana de la variedad Red Delicious de madurez comercial adquirida de un centro comercial de Gómez Palacio (Durango, México), el ácido ascórbico y cítrico fueron proporcionados por el laboratorio de bioquímica de la Facultad, este es adquirido de Analytika (Nuevo León, México) y la naranja ácida (*Citrus aurantium Lin*) fue recolectada directamente de una plaza pública de la Ciudad de Gómez Palacio (Durango, México). El jugo de este fruto fue elegido por su origen 100% natural, además se utilizó sin diluir y sin presencia de sólidos visibles.

Preparación de las muestras experimentales

Las manzanas enteras fueron adquiridas el mismo día del experimento, tomando en cuenta que todas tuvieran características físicas muy similares como tamaño y color, enseguida se almacenaron por 4 h en refrigeración ($7 \pm 1^\circ\text{C}$) y puestas a temperatura ambiente por una hora antes de iniciar el experimento. Después las manzanas fueron lavadas con agua y se descartaron aquellas que tenían defectos visibles de calidad (manzanas con golpes, manchas de color oscuro, muy maduras o con insectos). Después de este paso,

fue removida de manera manual la parte central (corazón), incluidas las semillas y la cáscara con un descorazonador y un pelador de manzanas de acero inoxidable respectivamente (Stain Less Steel Rotrei Bejín, China). Inmediatamente, las manzanas ya sin cáscara y sin la parte central fueron cortadas en la rebanadora eléctrica (PIGORE modelo50-30) para obtener rodajas de manzana con un grosor de 0.5 cm, donde el diámetro de cada rodaja fue parecido. Para la realización del experimento se descartaron las muestras experimentales que no reunieron los parámetros anteriores y con algún defecto físico. Se utilizaron 4 rodajas para cada uno de los tratamientos. Las muestras experimentales fueron tratadas inmediatamente luego de ser expuestas a los tres tratamientos propuestos. Se tuvo un tiempo promedio de 2 minutos desde la remoción de la cáscara y la parte central hasta la preparación y aplicación de los tratamientos correspondientes. El manejo de las muestras experimentales se llevó a cabo a temperatura ambiente (24-27 °C). Por otro lado, las naranjas ácidas fueron recolectadas, lavadas con agua y almacenadas en refrigeración en bolsas de plástico. Previo a la extracción del jugo de las naranjas, se retiraron del almacenamiento y se dejaron atemperar por una hora. Se recolectó el jugo con un extractor de naranjas eléctrico (RIVAL CR-1, México) y se separaron los sólidos presentes con un colador manual de plástico.

Agentes inhibidores

Los tratamientos que se aplicaron a las muestras experimentales fueron: inmersión en jugo de naranja ácida, solución diluida de ácido ascórbico al 2%, ácido cítrico 5% y agua destilada (blanco). Donde el tiempo de inmersión de las rodajas correspondiente a cada tratamiento fue de 5 min. Se tuvo especial cuidado en que cada una de las muestras experimentales fuera sumergida totalmente en las soluciones. Inmediatamente cumplido el tiempo en la solución se retiraron las 4 rodajas de manzana y se depositaron en un tamiz rectangular de plástico, para eliminar o drenar el exceso de solución y determinar los parámetros de color (a^* y L^*) a cada unidad experimental. A cada rodaja de manzana se le realizaron las mediciones de color en dos puntos distintos.

Almacenamiento refrigerado

Enseguida que se valoró el color, se procedió a introducir en las bolsas plásticas transparentes las unidades experimentales correspondientes a cada tratamiento, procurando eliminar la mayor cantidad de aire posible del interior de la bolsa antes de sellarla. Todas las muestras experimentales de acuerdo a su tratamiento se empaquetaron en bolsas plásticas

transparentes (ZIPLOC®). Entre la remoción, drenado, determinación de color, empaquetado y almacenamiento de las unidades experimentales se tuvo un promedio de 2 min por tratamiento. En todos los tratamientos empaquetados se colocaron 4 muestras experimentales por bolsa, sin que estuvieran en contacto entre sí. Las unidades experimentales empaquetadas fueron almacenadas en refrigeración (a $4 \pm 1^\circ\text{C}$) por 14 días.

Medición instrumental de color (parámetros a^* y L^*)

Para la medición de color, las muestras fueron puestas a temperatura ambiente una hora antes de las mediciones. Las mediciones se llevaron a cabo con una modificación del método citado por Meza *et al.* (2007), colocando una rodaja de manzana en la celda del colorímetro y tomando mediciones en dos puntos diferentes de la muestra experimental, obteniéndose 8 mediciones por cada tratamiento. Se midieron la luminosidad (parámetro L^* , 0 = oscuro y 100 = brillante) y el color en la escala verde-rojo (parámetro a^* , negativo = verde, positivo = rojo) usando un colorímetro (Minolta CR-300 Tokio, Japón). Los resultados se reportaron en valores de a^* y L^* .

Medición instrumental de textura

Se midió la fuerza de compresión como indicador de la firmeza (textura) de las muestras experimentales. La fuerza de compresión fue determinada de acuerdo a un método citado por Anzaldúa (1994) utilizando un Texturómetro TA.XT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale New York, Estados Unidos) y un software Texture Expert para Windows versión 1.0 (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra). De igual manera, las muestras empaquetadas fueron puestas a temperatura ambiente una hora antes de las mediciones. La medición de fuerza de compresión se llevó a cabo colocando una muestra experimental en la placa del texturómetro y se le aplicó una fuerza de compresión uniaxial utilizando un punzón de acero de punta plana de 2 mm de diámetro (velocidad del cabezal 1.5 mm s⁻¹, distancia de recorrido 2 mm) en distintos puntos de la muestra. Se obtuvieron 3 mediciones por rodaja y se evaluaron las 4 muestras experimentales por tratamiento, obteniéndose 12 mediciones por cada tratamiento. Los resultados fueron reportados en newton.

Análisis estadístico

El diseño experimental es un unifactorial completamente al azar. Los datos fueron analizados por un ANOVA con un nivel de significancia de 0.05 con el programa estadístico STATISTICA releas 7 copringh raigh STAT SOFT, INC.

Resultados y discusión

Medición instrumental de color

Se logró determinar que hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) el día 1, según el Cuadro 1, en todos los parámetros de color, sobresaliendo que el jugo de naranja ácida tuvo las mejores medias en L^* y a^* . El día 14 del almacenado en refrigeración como se muestra en la Tabla 2, en los tres parámetros se observó diferencias significativas, destacando la drástica disminución de los valores de L^* en el tratamiento de naranja ácida de 71.344 a 47.758 y en a^* el aumento de -1.579 a 5.1033 siendo superado por la estabilidad del tratamiento de ácido ascórbico que mantuvo en L^* un decremento menor de 71.344 a 63.922 y un moderado aumento en a^* que fue de -1.579 a 1.0578, en lo que respecta a los tratamientos de ácido cítrico y agua destilada estuvieron por arriba del tratamiento de jugo de naranja ácida, solamente en el día 14 de la medición.

Cuadro 1. Medición instrumental de color (parámetros a^* y L^*) de rodajas de manzana tratadas con diferentes agentes inhibidores, almacenadas a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ por 14 días.

Agentes inhibidores	Color, día 1	
	L^*	a^*
Ácido ascórbico 2%	71.344 ^a	-1.579 ^a
Jugo de naranja ácida	75.522 ^b	-4.351 ^b
Ácido cítrico 5%	73.806 ^{ab}	-4.218 ^b
Agua destilada	66.504 ^c	0.604 ^c
$p < 0.05$	0.000071	0.000246

*Superíndices iguales indican que no existe diferencia entre los tratamientos.

Medición instrumental de textura

En lo que respecta a la firmeza, se determinó que a lo largo del almacenamiento hubo diferencia significativa ($p < 0.05$), según el Cuadro 2, donde el ácido ascórbico fue el tratamiento que mejor preservó la firmeza, al presentar los índices de oposición a la penetración más altos 2.8432 a 2.7885 N, al inicio y final del almacenado.

Cuadro 2. Medición instrumental de color (parámetros a^* y L^*) de rodajas de manzana tratadas con diferentes agentes inhibidores, almacenadas a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ por 14 días.

Agentes inhibidores	Color, día 14	
	L^*	a^*
Ácido ascórbico 2%	63.922 ^a	1.0578 ^a
Jugo de naranja ácida	47.758 ^b	5.1033 ^b
Ácido cítrico 5%	52.455 ^b	3.9717 ^c
Agua destilada	58.481 ^c	2.4385 ^d
$p < 0.05$	0.000122	0.000026

*Superíndices iguales indican que no existe diferencia entre los tratamientos.

El jugo de naranja ácida tuvo un comportamiento aceptable durante los días 1 y 7 con valores iguales de firmeza de 2.0518 N, pero disminuyendo drásticamente al día 14 con una media de 1.1183 N. En lo que respecta a los demás tratamientos el ácido cítrico estuvo por debajo (1.730 a 0.7472 N) de las medias reportadas por los dos primeros tratamientos e inclusive fue superado por el agua destilada (2.1990 a 1.8778 N) que sirvió como control. Según Ahvenainen (2000) el uso de temperaturas de refrigeración tendría que propiciar la conservación del alimento por un rango de 7 a 14 días, lo cual no fue efectivo en este caso ya que se perdieron cualidades sensoriales en las rodajas de manzana Red Delicious, sin embargo, no se sabe que propiedades del jugo de naranja ácida son los que propician las cualidades inhibitorias del oscurecimiento enzimático y la retención de firmeza por periodos de 1 a 7 días de almacenado en refrigeración, se cree que la causa se pudiera deber a las propiedades antioxidantes naturales de la naranja, los ácidos orgánicos de bajo peso molecular presentes en el jugo o el pH ácido que se obtuvo, pudiéndose generar una sinergia entre todas estas cualidades, aunado con un efectivo método físico de conservación, el cual pudiera ser una alternativa viable para generar una conservación sin el uso de aditivos químicos, se requiere de experimentación adicional para poder concluir que contiene y cuales sustancias actúan sobre el alimento. Para de esta manera, poder recomendar el jugo de la naranja ácida como un buen agente conservador de alimentos frescos o mínimamente procesados.

Conclusión

Las rodajas de manzana Red Delicious tratadas con jugo de naranja ácida, en comparación con los otros tratamientos que recibieron, presentaron una mejor inhibición del oscurecimiento enzimático durante los 14 días de almacenamiento en refrigeración. Es posible que la combinación de ciertas características propias de agentes

antioxidantes, preservativos y acidez presentes en el jugo de naranja ácida (pH, ácido cítrico, ácido ascórbico, compuestos fenólicos, etc.) resulte eficiente para inhibir el oscurecimiento enzimático en los productos alimenticios, en especial de las frutas como la manzana. Es recomendable extraer el jugo de la naranja ácida inmediatamente después de ser recolectada, así se tendrá una mayor presencia de agentes inhibitorios y por lo tanto una mejor inhibición del oscurecimiento enzimático, causado por las PFO. En lo que respecta a textura, todas las unidades experimentales de los 3 tratamientos se vieron afectadas de igual manera en su firmeza durante los primeros siete días de almacenamiento en refrigeración. Se recomienda el jugo de naranja ácida como agente inhibidor del oscurecimiento enzimático en rodajas de manzana.

Literatura citada

- Ahvenainen R. 2000. Ready-to-use fruit and vegetables. Technical Manual F-FE 376A/00. Flair-Flow Europe. 10 pp.
- Anonymus. 1986. Sulfiting agents; revocation of GRAS status for use on fruits and vegetables intended to be served or sold raw to consumers. Food and Drug Administration. Fed. Reg., 51:25021-25026.
- Anzaldúa M. A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia Zaragoza, España.
- Brecht J. K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. HortScience, 30:18-22.
- Dávila M., Tejedor R. M., Navarro A. y Soto G. 2002. Control del oscurecimiento enzimático durante la elaboración de néctar de pera (*Pyrus communis* var. D'Anjou). VI Encuentro Bromatológico Latinoamericano. Universidad Católica de Córdoba, Argentina.
- Fennema O. 1998. Enzymes. In Principles of food science part I food chemistry. Ed. Marcel Decker Ic. Pp. 285-341.
- Garret E. 1995. Fresh-cut produce: how have we grown? Presented at Workshop on Fresh-Cut Products: Maintaining Quality and Safety, Univ. of California, Davis, March 27-29.
- King A. D. y Bolin H. R. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. Food Technology, 43(2):132-135, 139.
- Lecos C. W. 1986. Sulfites: FDA Limits, broadens labeling. In FDA Consumer. Vol. 20 (8).
- McEvily A. J., Iyengar R. y Otwell W. S. 1992. Inhibition of

enzymatic browning in foods and beverages. *Crit. Rev. Food Sci. & Nutr.*, 32:253-273.

Meza V. J. A., Lozano G. P., Esparza R. J. R. y Meza V. F. 2007. Inhibition of enzymatic browning and textural change in golden Delicious Apple treated with pineapple juice. *Revista Chapingo Serie: ZONAS ARIDAS*, 6(1):1-7.

Monsalve G. A., Barbosa C. G. V., Cavalieri R. P., McEvily A. J. y Iyengar R. 1993. Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods, 4-hexilresorcinol as anti-browning agent. *Journal of Food Science* 58:797-799.

Rolle R. S. y Chism G. W. 1987. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Quality*, 10:157-177.

Sapers G. M. 1988. Unpublished data. Eastern Regional Research Center, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Philadelphia, PA.

Schlimme D. V. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30:15-17.

Vieira E. R. 1997. *Elementary food science*. Ed. Chapman & Hall. Pp 201-202.

La reología en el estudio de las propiedades de los alimentos

¹Rodríguez-Rivera, A.E., ²Sánchez-Herrera, L.M., ¹Delgado-Delgado, R.,

^{1*}Antonio Hidalgo Millán.

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Área de Ciencias Básicas e Ingenierías. ²Universidad Autónoma de Nayarit, Laboratorio de Tecnología en Alimentos.

*autor correspondiente: antonio.hidalgo@uan.edu.mx Dr. Antonio Hidalgo Millán. Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Los Frenos, 63155 Tepic, Nayarit. Tel. (311) 211 8821

Resumen

En la industria de los alimentos la reología juega un papel importante en el estudio y la mejora de los productos alimenticios en función a su estructura y propiedades de flujo. La aceptación de un producto depende en gran medida de sus propiedades reológicas (viscosidad, textura y consistencia) las cuales dan al consumidor una idea clara y precisa de las características y estructura del alimento. La mejora de las propiedades reológicas permite obtener productos con mejor calidad. En este trabajo se realiza una revisión y discusión de algunos de los estudios más relevantes sobre el comportamiento reológico de los alimentos que consume cotidianamente el ser humano.

Palabras Clave: Reología, Fluido no Newtonianos, Alimentos, Emulsión, Coloide, Viscosidad, Propiedades Viscoelásticas.

Abstract:

In the food industry rheology plays a significant role in the study and improvement of foodstuffs according to their structure and flow properties. The acceptance of a product relies heavily on its rheological properties (viscosity, texture and consistency) which give the consumer a clear and precise idea of the characteristics and structure of the food. Improving the rheological properties allow to obtain products with better quality. This work presents a review and discussion of some of the most relevant studies on the rheological behavior of food that humans consume routinely performed.

Keywords: Rheology, no-Newtonian Fluid, Foods, Emulsion, Colloid, Viscosity, Viscoelastic Properties.

INTRODUCCIÓN

1. Aplicaciones de la Reología en los alimentos

La reología es de suma importancia en la industria de los alimentos, debido a su influencia durante el procesamiento y manejo de los mismos. Esta tiene múltiples aplicaciones, incluyendo la aceptabilidad del alimento en función de sus características sensoriales y saludables. El consumo de un producto depende en gran medida de que sus propiedades reológicas (Viscosidad, Consistencia y Textura) sean agradables a los sentidos del ser humano (Vista, Olfato, Gusto). El helado debe tener una consistencia suave y cremosa, la crema o mantequilla requiere de un nivel menor de esfuerzo para ser colocada sobre algún alimento y esta no escurre de la superficie donde se coloca, las salsas al tener una mayor viscosidad y estabilidad de fases dan al consumidor una agradable sensación sobre los productos que consume. En busca de estas características se realizan estudios para el ajuste de las propiedades reológicas de los alimentos (Howard, 2000), todas ellas en consecuencia incrementan la demanda del producto. La reología involucra el flujo y la deformación de la materia, sobre las sustancias que se encuentran entre el rango de los sólidos y fluidos. Las propiedades reológicas son determinadas realizando estudios de fuerza y deformación de las sustancias en función del tiempo (Fig. 1).

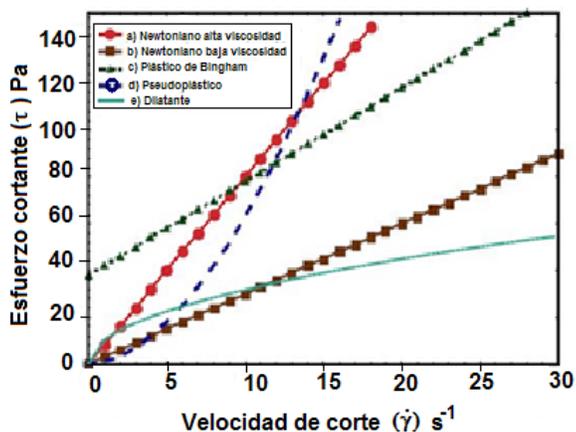


Fig. 1 Gráfica de flujo con los principales tipos de fluidos estudiados en reología.

Reología de las emulsiones.

Una emulsión es una dispersión de pequeñas gotas de grasa o aceite contenidas en un medio dispersante. Muchos de los alimentos que se consumen de forma cotidiana son emulsiones entre las que se encuentran: La leche, el chocolate, la mayonesa, etc. (Laurencio & Drudbey, 2007). De esta aplicación, surge la importancia de estudiar las propiedades reológicas de las emulsiones para mejorar y obtener productos con mayor calidad.

1.0.1 Reología de la leche

La leche tiene gotas de grasa dispersas en un medio líquido (agua) cuyo valor alcanza 4% de su peso, estas gotas son pequeñas, en el orden de los 5 a 10 micrones de diámetro. Una gota de leche contiene cerca de un millón de gotas de grasa, además de proteínas, minerales y lactosa. El 80% de su proteína está compuesto por caseína la cual influye en el tratamiento de la leche (Fox & Cogan, 2000).

El proceso de concentración de la leche por medio de ultrafiltración trae consigo cambios en sus propiedades reológicas. Sandra, S., et al 2011 estudiaron las propiedades de la leche cuando es sometida a un proceso de ultrafiltración, usando un reómetro con geometría de cilindros concéntricos, encontraron que los módulos de elasticidad G' y G'' aumentan conforme se incrementa la concentración de caseína en la leche, esto favorece una mayor firmeza en el gel (Valor mayor de G'') que los elaborados con leche sin concentrar mediante ultrafiltración. Por otro lado Velázquez J. et al, 2005, encontró un cambio en las propiedades reológicas de la leche al aumentar su cantidad de grasa contenida, dando como resultado un fluido con características no-newtonianas dependientes del tiempo (tixotropía) y comportamiento de

gel débil ($G' > G''$). Así mismo, se estudió el comportamiento reológico de la leche cuando se retira toda el agua (leche en polvo) usando un reómetro para polvo encontraron un comportamiento de polvo cohesivo con flujo estable (Lapcik *et al*, 2015). En estudios realizados con leche espesa, alimento común en pacientes que sufren de disfagia debido a su propiedad de hidratación, y gran contenido de proteínas. Se encontró que es un fluido complejo debido a la tendencia de incrementar su viscosidad ocasionando un engrosamiento del mismo y dificultando así su ingesta. Este comportamiento reológico se debe a sus componentes como proteínas, lactosas y grasas (Athernon *et al*, 2007). Así mismo, se ha encontrado que las proteínas aumentan la viscosidad pero no dificultan el espesamiento de la leche y además la lactosa no tiene efectos significativos sobre la reología de la leche. En cambio, los minerales presentes en la leche tienen un efecto sobre la viscosidad retrasando el espesamiento de leche. Hadde *et al* 2015, utilizando un reómetro con geometría de cono y plato y encontraron que regulando la concentración de proteínas y minerales se puede obtener leche espesa adecuada para el tratamiento de las personas con disfagia.

Otros estudios realizados sobre la leche, se han enfocado a determinar el comportamiento visco elástico de los geles de leche. En ellos, utilizando reómetros con diferentes geometrías (Coutte, Cono y plano) se ha encontrado que la agregación de proteínas (Pang *et al*, 2015), expo polisacáridos (S. Mende *et al*, 2013), almidón (Abu-Jdayil *et al*, 2004), gelatina (Pang *et al*, 2014) y los tratamientos térmicos a alta presión (Knudsen *et al*, 2006), traen consigo la mejora de las propiedades reológicas de los geles, aumentando el módulo de almacenamiento y disminuyendo el módulo de pérdida ($G' > G''$) obteniendo de esta manera el comportamiento de un gel débil, mejorando así el proceso de formación de geles con mayor firmeza, mayor retención de agua y estructura más estable.

1.0.2 Reología de la mayonesa

La mayonesa al igual que la leche es una dispersión de aceite en agua. El agua la aporta la yema del huevo y eventualmente, el vinagre, mostaza o zumo de limón que se añaden para prepararla. Si en un recipiente se añaden aceite y después agua, las dos fases se separan. El agua, más pesada ocupa la parte inferior y en consecuencia el aceite ocupa la superior, debido a su menor densidad. La lecitina, una proteína de la yema de huevo, actúa como emulsionante impidiendo que la mayonesa se corte. Para formar la emulsión es necesario que el aceite se disperse en el agua y que la lecitina se despliegue rodeando a las gotas de aceite. Este proceso es delicado y

se debe hacer con sumo cuidado para que la mezcla sea uniforme y homogénea (Echarri, 2015).

Las propiedades reológicas de la mayonesa se han estudiado para determinar el comportamiento que presenta al corte de cizalla, la viscosidad dinámica y la influencia de la viscoelasticidad (Rao, 1999). Durante el desarrollo de nuevos productos a base de mayonesa se tienen problemas asociados a las propiedades reológicas de la mayonesa y su comportamiento a diferentes formulaciones. Por ejemplo la mayonesa tradicional puede mostrar la separación de fases durante el almacenamiento y desestabilización durante la cizalla ocasionando la ruptura de fases. El resultado de incrementar la velocidad de cizalla es un aumento de la viscosidad, este efecto sobre la viscosidad se debe a la cantidad de grasa contenida en la mayonesa (Tabilo & Barbosa, 2005), por otro lado, las mayonesas bajas en grasa (light) (Peressini *et al*, 1998) presentan incluso mejor estabilidad y consistencia que las mayonesas normales presentando un comportamiento de fluidos no newtonianos dependientes del tiempo (Tixotrópicos) (Gallego *et al*, 2012) y un ligero comportamiento de gel ($G' > G''$) (Thomareisa S. *et al* 2011).

Se han estudiado las propiedades reológicas de la mayonesa baja en grasa y colesterol agregando pectinas (Liu H *et al*, 2007), almidones (Laca A *et al*, 2010), sodio almidón octenilsuccinato (Thaiudoma S. *et al*, 2011), pulpa de plátano (Dayane R. *et al*, 2008) y jengibre en polvo (Kishk *et al*, 2013), usando reómetros con diferentes geometrías (platos paralelos, cono y plato, cilindros coaxiales) encontrando que al bajar el contenido de colesterol y grasa, las mayonesas exhiben comportamientos de fluidos no newtonianos (Pseudoplástico y Tixotrópico) (Moros J *et al*, 2002) además un comportamiento de un gel ($G' > G''$), obteniendo mayonesas con mejor estabilidad de fases, mayor retención de agua, mejor consistencia y mayor tiempo de vida en anaquel. Además estas mayonesas tienen un menor contenido calórico y menos colesterol que las mayonesas comunes, teniendo así mayonesas que afectan en menor grado la salud humana.

1.0.3 Reología del chocolate

Las propiedades reológicas más importantes del chocolate líquido son su viscosidad y límite de elasticidad. El límite de elasticidad es el esfuerzo de cizalla que debe aplicarse para iniciar el flujo del líquido. Esto es importante cuando se trata de verter el chocolate e, influye en la forma en que se funde el chocolate en la boca y en las manos del consumidor. Ambas propiedades dependen de la temperatura (Anton Paar, 2012).

La importancia del análisis reológico del chocolate radica en la capacidad de brindar información sobre el desempeño de cualquier forma de chocolate durante algunas etapas como moldeado y recubrimiento. Tradicionalmente se han utilizado análisis de viscosidad sencillos que no proporcionan información suficiente para determinar el desempeño de una fórmula en las etapas mencionadas, tal como la medición de viscosidad a una única velocidad de cizallamiento (Montañez, 2012).

Glicerina *et al*, 2016, encontraron una dependencia entre las propiedades reológicas del chocolate y la cantidad de manteca de cacao. La viscosidad (Fig. 2) y los módulos de elasticidad G' y G'' disminuyen o aumentan en función del contenido de grasa de cacao. En este mismo sentido Ohene E. *et al*, 2008 determinaron que el chocolate tiene un comportamiento de fluido no newtoniano pseudoplástico o dependiente del tiempo dependiendo de la cantidad de grasa contenida (Tixotrópico a cantidades bajas de manteca de cacao y reopéctico a cantidades altas de manteca de cacao). Así mismo, las propiedades reológicas del chocolate varían con la agregación de manteca de cacao durante el proceso de fabricación, en este caso, la viscosidad en el chocolate tiende a disminuir mostrando un comportamiento de fluido pseudoplástico (Glicerina *et al*, 2015).

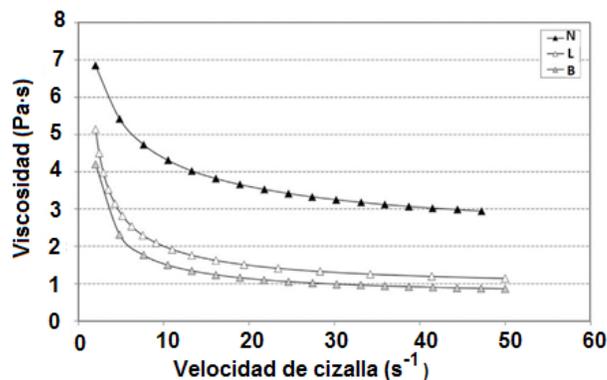


Fig. 2 Curvas de flujo de muestras de chocolate: Negro (N), Leche (L), Blanco (B) (Glicerina *et al*, 2016).

El chocolate en el proceso de manufactura a temperaturas menores de 30 °C tiene un comportamiento de un sólido blando y a temperaturas mayores de 30 °C se comporta como un fluido viscoelástico con un ligero comportamiento tixotrópico (Ardakani *et al*, 2014). El comportamiento del chocolate en la etapa de enfriamiento pasa de ser el de un gel, hasta el comportamiento de un sólido blando al

finalizar la etapa de enfriamiento (Baldino N. *et al*, 2010), siendo necesario considerar los cambios estructurales durante la extrusión para predecir las propiedades del producto final (Engmann J. *et al*, 2006). Se ha encontrado que la incorporación de lecitina al chocolate aumenta el límite viscoelástico y disminuye su viscosidad, teniendo chocolates con una mejor consistencia (De Graef *et al*, 2011).

Se han realizado estudios con isomaltosa reemplazando a la sacarosa como endulzante (Sokmen A. *et al*, 2010) y empleando leche de soja en sustitución de leche de origen animal en el chocolate (Pajin B. *et al*, 2013). En ambos estudios se encontró una disminución en el contenido calórico del chocolate, además de presentar propiedades reológicas similares al chocolate elaborado con leche y endulzado con sacarosa, teniendo propiedades viscoelásticas mayores (módulos G'' y G' mayores al chocolate normal), no afectando así las propiedades sensoriales al consumidor y teniendo chocolates con mejor consistencia y en consecuencia se favorece su manejo.

1.1 Reología de coloides.

Un coloide está compuesto por dos fases, una dispersa (partículas sólidas) y otra continua (líquida). Los coloides se pueden encontrar en una gran diversidad de productos, como tintas, pinturas, jugos, etc. y en la atmósfera como humos y neblina. Las propiedades de los coloides dependen de la concentración de sólidos dispersos, teniendo comportamientos desde fluidos newtonianos hasta el de fluidos viscoelásticos. Los coloides presentan comportamientos reológicos complejos, siendo necesario utilizar modelos más complicados para ajustar los datos obtenidos durante las mediciones de viscosidad, así mismo para la determinación de sus propiedades viscoelásticas (Esquivel R. *et al*, 2000).

1.1.1 Reología de jugos

Los jugos son pulpa suspendida en un medio líquido, cuyas propiedades reológicas han sido estudiadas por diversos investigadores, Augusto E. *et al*, 2012 y Soares-Leite T. *et al*, 2014, estudiaron los jugos de tomate y de nuez de la india cuando son sometidos a un proceso de alta presurización, los jugos exhiben un comportamiento de fluido no newtoniano (Tixotrópico a bajas tasas de corte y Reopéctico a altas tasa de corte) Fig.3. Teniendo un módulo de almacenamiento siempre mayor al módulo de pérdida, indicando que tiene un comportamiento de un gel débil ($G' > G''$), se encontró

que añadir proteína de soja (Tiziani S. *et al*, 2006, Augusto E. *et al*, 2011) retiene mejor el agua evitando una separación de fases otorgándole al jugo una mayor vida en anaquel e inhibiendo el crecimiento bacteriano.

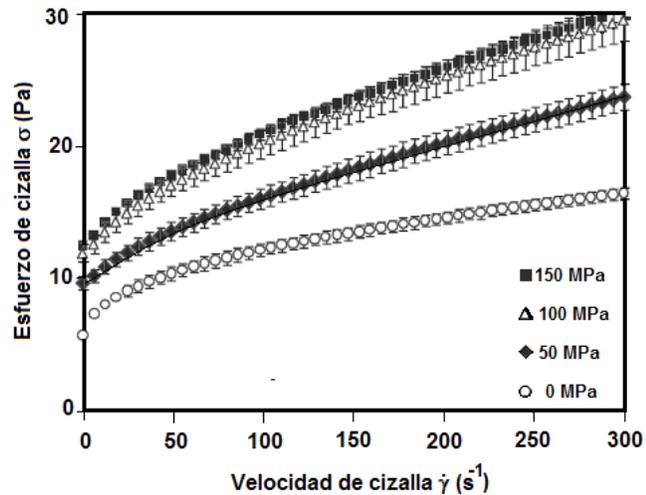


Fig. 3 Curvas de esfuerzo de cizalla (σ) vs velocidad de cizalla ($\dot{\gamma}$) en muestras de jugo de tomate sometidos a un proceso de presurización (Augusto *et al*, 2012).

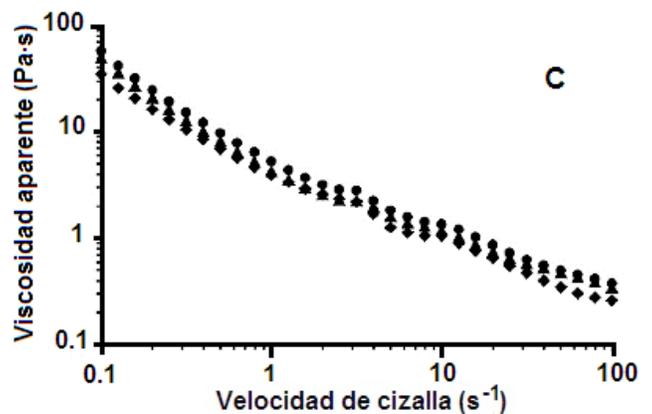
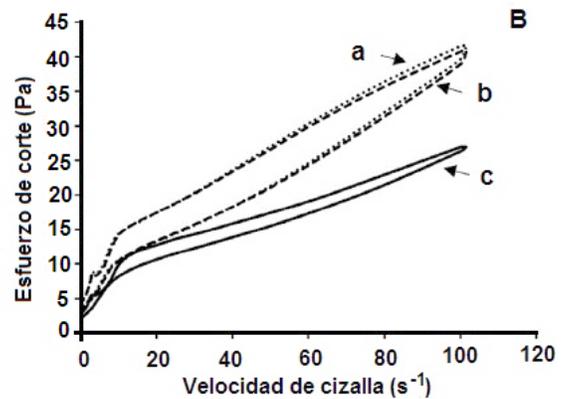
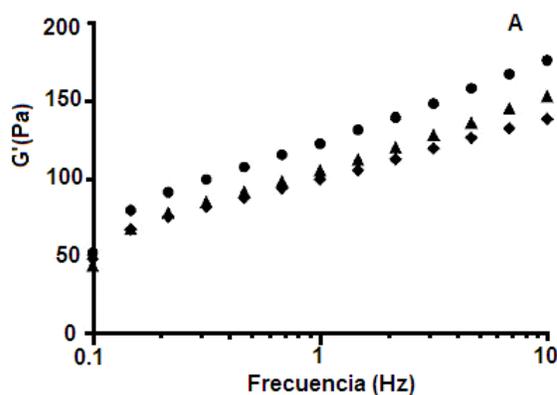
El comportamiento reológico de muchos jugos depende de la cantidad de sólidos presentes y de la temperatura. El jugo de uva se comporta como fluido newtoniano en función de la cantidad de sólidos y la temperatura (Zuritz C.A. *et al*, 2005) de igual forma el jugo de caña (Zailer A. *et al*, 2011) y el de cereza (Giner J. *et al*, 1996) presentan este comportamiento newtoniano. Por otro lado, el jugo de guanábana presenta un comportamiento pseudoplástico dependiente de la temperatura y concentración de sólidos dispersos (Gratao A. *et al*, 2007), los jugos de piña que son tratados con rayos ultravioleta presentan características de un fluido de Bingham preservando una mejor consistencia y con textura agradable (Shamsudin R. *et al*, 2013) la viscosidad relativa en los jugos tiende a aumentar conforme a la concentración y fracción de volumen de las partículas electrostáticas del jugo de manzana afecta sus propiedades reológicas (aumento de viscosidad) (Genoverse D. *et al*, 2005).

1.1.2 Reología de Yogurts

La aceptación del yogurt por los consumidores depende de sus propiedades reológicas (viscosidad, textura, consistencia). Investigaciones conducidas para la mejora de estas propiedades se han realizado añadiendo diferentes sustancias, como la agregación de pequeñas cantidades de

pared celular de zanahoria, encontrando que los módulos de elasticidad G' y G'' tienden a aumentar en las muestras donde se adicionó, estos módulos elásticos corresponden a un comportamiento de gel débil ($G' > G''$). La mejora en la estructura por la agregación de células de zanahoria incrementa su compactación, evita la pérdida del suero de leche y la separación de sus fases. Esto permite obtener un yogurt con un periodo de vida de anaquel más largo ocasionando un yogurt más estable y firme que los yogurts comerciales (Puvanenthiran A. *et al*, 2014; McCann T. *et al*, 2011). Durante el proceso de fermentación, los módulos de elasticidad G'' y G' tienden a aumentar, esto tiene un efecto en la fuerza de los geles de yogurt incrementando progresivamente su rigidez cuando se incrementa la temperatura de la fermentación (Haque A. *et al*, 2001). Los yogurts con probióticos presentan un comportamiento no newtoniano (Pseudoplástico y Tixotrópico), exhibiendo un módulo de almacenamiento G' siempre mayor al módulo de pérdida G'' lo que indica un comportamiento de gel débil, teniendo un comportamiento como el de la mayoría de los yogurts (Cruz A. *et al*, 2013).

La adición de fibras al yogurt trae consigo cambios en su reología, encontrándose un comportamiento pseudoplástico en las muestras de yogurt adicionadas con fibra. Este comportamiento se ha reportado para yogurts adicionados con fibra de maracuyá (Espirito-santo A. *et al*, 2013), fibra de espárrago (Sanz *et al*, 2008), fibra de piña (Sah B., 2015) Fig. 4, salvado de trigo (Andrade R. *et al*, 2009), fibra de carambola (Parra R. *et al*, 2012) y pectina (Castillo M. *et al*, 2012). En estos estudios la viscosidad del yogurt decrece al aumentar el esfuerzo de corte y tienden a recuperar su estructura más fácilmente después de ser sometidos a esfuerzos de deformación manteniendo la estabilidad de fases y aumentando su periodo de vida en anaquel.



Adicionalmente se encontró una tendencia a incrementar el módulo de almacenamiento G' y en consecuencia el yogurt adquiere un comportamiento más sólido durante su almacenamiento ($G' > G''$). En efecto la adición de fibras a los yogurts incrementa la consistencia y mantiene las propiedades reológicas de estos, siendo similares a la de los yogurts comerciales.

Conclusiones

El estudio de las propiedades reológicas tiene gran importancia en la industria y tecnología de los alimentos, para obtener una mejor comprensión del comportamiento de las materias primas y productos. A partir de la caracterización se obtienen datos necesarios para el diseño y caracterización de equipos de proceso, el control de calidad y mejora de las propiedades sensoriales de muchos alimentos.

La presente revisión se enfoca inicialmente en la leche sometida a diferentes tratamientos, donde se abarca desde leche concentrada hasta la leche en polvo variando concentración de grasa, proteína y lactosa. Después se realiza la revisión de las mayonesas, donde se reporta la conservación de las propiedades reológicas en la mayonesa

light (viscosidad, textura, consistencia) con propiedades sensoriales similares a las mayonesas convencionales que sean del gusto del consumidor, presentando una mayor estabilidad de fases y mayor tiempo de vida en anaquel al disminuir las grasas y el colesterol de la misma y reemplazar estas por otras sustancias que no tienen efecto en la salud humana

En el chocolate se reporta una dependencia de sus propiedades reológicas en función de la cantidad de cacao contenido, mostrando comportamientos no newtonianos dependientes del tiempo (reopéctico en cantidades grandes de manteca cacao y tixotrópico con cantidades bajas de manteca de cacao). Así mismo, el reemplazo de los edulcorantes del chocolate por otros con menos contenido calórico no trae cambios en sus propiedades reológicas, manteniendo las adecuadas para su consumo. Las propiedades reológicas de los jugos dependen en gran medida de la cantidad de sólidos suspendidos presentes y le otorgan el comportamiento de fluido no newtoniano. Al adicionar proteínas en procesos de alta presurización o de radiación ultravioleta para inhibir el crecimiento bacteriano, se mejora la consistencia y textura de los jugos, teniendo una mayor estabilidad de fases e incrementando su periodo de vida en anaquel, mejorando de esta manera sus propiedades reológicas.

El estudio de las propiedades reológicas de los yogurts se ha encontrado que poseen comportamiento de fluidos no newtonianos (pseudoplásticos y tixotrópicos) que tienen un comportamiento de gel débil y además la adición de diferentes fibras e inclusive células de la pared celular de la zanahoria mejora la estabilidad y rigidez de la estructura del yogurt, evitando una ruptura en sus fases, teniendo periodos de vida en estante más largos que los yogurts comunes. En conclusión la reología permite la innovación y mejora en la industria alimentaria, obteniendo productos con mejores características para ofrecer al mercado y productos de mejor calidad.

Literatura Citada

- Abu-Jdayil B. Mohameed H. Eassa A. Rheology of starch-milk-sugar systems: effect of heating temperature. *Carbohydrate Polymers* 2004; 55: 307-314.
- Amirtha Puvanenthiran A. Stevovitch-Rykner C, McCann T.H. Day L. Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the Rheology and texture of yoghurt gels. *Food Research International* 2014; 62: 701-708.
- Andrade R.D. Arteaga M.R. Simanca M.M. Effect of the bran wheat on the rheological behavior of yogurt buffalo milk. *Información Tecnológica* 2010; 21: 117-124.
- Anton Paar. (10 de Julio de 2012). *World of rheology*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de [http://www.world-of-rheology.com/es/industrias/alimentos/?tx_news_pi1\[overwriteDemand\]\[categories\]=16](http://www.world-of-rheology.com/es/industrias/alimentos/?tx_news_pi1[overwriteDemand][categories]=16)
- Ardakani H. A. Savvas E. M. Hatzikiriakos G. Capillary flow of milk chocolate. *Journal of non-Newtonian fluids mechanics* 2014; 210: 56-65.
- Atherton M. Bellis-Smith N. Chichero, J. Texture-modified foods and thickened fluids as used for individuals with dysphagia: Australian standardised labels and definitions. *Nutritional Food science* 2007; 64: 553-576.
- Augusto P. D. E. Ibarz A. Cristianini M. Effect of high pressure homogenization (HPH) on the rheological properties of tomato juice: Time-dependent and steady-state shear. *Journal of food engineering* 2012; 111: 570-579.
- Baldino N. Gabriele D. Migliori M. The influence of formulation and cooling rate on the rheological properties of chocolate. *European food research and technology* 2010; 231: 821-828.
- Castillo M. Borregales C. Sánchez M.D. Influencia de la Pectina Sobre las Propiedades Reológicas del Yogurt. *Mundo Lácteo y Cárnico* 2012; 3: 4-9.
- Cruz A.G. Cavalcanti R.N. Guerreiro L.M.R. Sant'Ana A.S. Nogueira L.C. Oliveira C.A.F. Deliza R. Cunha R.L. Faria J.A.F. Bolini H.M.A. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. *Journal of Food Engineering* 2013; 114: 323-330.
- Dayane R. Scheer A.P. Maria-Rita Sierakowski M. R. Charles. Haminiuk C. W. I. Influence of green banana pulp on the rheological behavior and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). *LWT* 2008; 41:1018-1028.
- De Graef V. Depypere F. Minnaert M. Dewettinck K. Chocolate yield stress as measured by oscillatory rheology *Food Research International* 2011; 44: 2260-2265.
- Echarri A. (24 de Febrero de 2015). *Cienciatecnoida*.

Recuperado el 17 de Octubre de 2015, de <http://cienciatecnioeda.blogspot.com/2012/02/la-emulsion.html>

Engman J. Macley M.R. SEMI-SOLID PROCESSING OF CHOCOLATE AND COCOA BUTTER Modelling rheology and microstructure changes during extrusion. *Food and Bioproducts Processing*; 84: 102-108.

Espírito-Santo A.P. Lagazzo A. Sousa A.L.O.P. Perego P. Converti A. Oliveira M.N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International* 2013; 50: 224-231.

Esquivel R. Ramírez- Santiago G. Noguez C. *Propiedades viscoelásticas de suspensiones coloidales. TIP* 2000; 3: 14-22.

Fox, P.F., Cogan, T.P. *Fundamentals of cheese science. Aspen Publishers Inc*, 1:103-111.

Gallego H. Álvarez C. Vélez C. Fernández A. RHEOLOGY CHARACTERIZATION OF TWO FOOD SAUCES, *Vitae* 2012; 19: 433-435.

Genovese D.B. Lozano J.E. Contribution of colloidal forces to the viscosity and stability of cloudy apple juice *Food Hydrocolloids* 2006; 207: 67-773.

Giner J. Ibarz A. Garza S. Xhian-Quan S. Rheology of Clarified Cherry Juices. *Journal of food engineering* 1996; 30: 147-154.

Glicerina V. Balestra F. Rosa M.D. Romani S. *Microstructural and rheological characteristics of dark, milk and white chocolate: A comparative study. Journal of Food Engineering* 2016; 169: 165-171.

Glicerina V. Balestra F. Rosa M.D. Romani S. Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate *Journal of Food Engineering* 2015; 145: 45-50.

Gratao A.C.A, Silveira Jr. V. Telis-Romero J. Laminar flow of soursop juice through concentric annuli: Friction factors and rheology *Journal of Food Engineering* 2007; 78:1343-1354.

Hadde E.K. Nicholson T.M. Cichero J.A.Y. Deblauwe C. Rheological characterization of thickened milk components

(protein, lactose and minerals) 2015; 166: 263-267.

Haque A. Richardson R.K. Morris E.R. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt *Food Hydrocolloids* 2001; 15: 593-602.

Howard, A. B . *A handbook of elementary rheology*. Wales: Cambrian printers 2000; 1-2.

Kishk Y.F.M. Elsheshetawy H. E. Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences* 2013; 58:213-220.

Knudsen J.C. Karlsson A. O. Ipsen R. Skibsted L.H. Rheology of stirred acidified skim milk gels with different particle interactions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 2006; 274: 56-51.

Laca A. Sáenz M.C. Paredes B. Díaz M. Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent; *Journal of Food Engineering* 2010; 97:243-252.

Lapcik L. Lapcikova B. Otyepkova E. Otyepka M. Vlcek J. Bunka F. Nikolaos R. S. Surface energy analysis (SEA) and rheology of powder milk dairy products. *Food Chemistry* 2015; 174: 25-30.

Laurencio, H.A, Drudbey, Y.D. Propiedades reológicas de emulsiones de petróleo pesado en agua. *Ingeniare: Revista chilena de ingeniería* 2007; 2: 244-249.

Liu H. Xua X.M. Guob S.D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT* 2007; 40: 946-954.

McCann T.H. Florence Fabre, Li Day. Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. *Food Research International* 2011; 44: 884-892.

Mende S. Michaela P. Bartels K. Rohm H. Jaros D. Addition of purified exopolysaccharide isolates from *S. thermophilus* to milk and their impact on the rheology of acid gels. *Food hydrocolloids* 2013; 32: 178-185.

- Montañez, J. (13 de Abril de 2012). *La Reología en la Producción de Chocolate*. Recuperado el Octubre de 15 de 2015, de <http://chocolatemateriasprimas.blogspot.mx/2012/04/la-reologia-en-la-produccion-de.html>
- Moros J.E. Franco J.M. Gallegos C. Rheological properties of cholesterol-reduced, yolk-stabilized mayonnaise, *Journal of the American Oil Chemistry Society* 2002; 79: 837-843.
- Ohene E. Afoakwa A.E. Paterson A. Fowler M. Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *European food research and technology* 2008; 226: 1259-1268.
- Pajin B. Dokic´ L. Zaric´ D. Šoronja-Simovic´ D. arevic´ L. Nikolic´ I. Crystallization and rheological properties of soya milk chocolate produced in a ball mill. *Journal of Food Engineering* 2013; 114:70-74.
- Pang Z. Deeth H. Sopade P. Sharma R. Bansal N. Rheology, texture and microstructure of gelatin gels with and without milk proteins 2014; 35: 484-493.
- Pang Z. Deeth H. Sopade P. Sharma R. Bansal N. Effect of addition of gelatin on the rheological and microstructural properties of acid milk protein gels. *Food hydrocolloids* 2015; 43: 340-351.
- Parra-Huerta R.A Riveros A.M. García J.A. Montañez C. CHEMICAL, SENSORY, RHEOLOGICAL EVALUATION OF YOGURT WITH CARAMBOLO (AVERROHA CARAMBOLA) AND STEVIA (REBAUDIANA BERTONI), *Vitae* 2012; 19: 258-260.
- Peressini D. Sensidoni A. Cindio B. Rheological Characterization of traditional and Light Mayonnaises. *Journal of food engineering* 1998; 35: 409-417.
- Puvanenthiran A. Stevovitch-Rykner C. McCann T.H. Day L. Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels. *Food Research International* 2014; 62: 701-708
- Rao M. Rheological behavior of processed fluid and semisolid foods. *Rheology of fluid and semisolid* 1999; 1: 105-108.
- Sah B.N.P. Vasiljevic T. McKechnie S. Donkor O.N. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology* 2016; 65: 978-986.
- Sandra S. Cooper C. Marcela A. Corredig M. Coagulation properties of ultrafiltered milk retentates measured using rheology and diffusing wave spectroscopy. *Food Research International* 2011; 44: 951-956.
- Sanz T. Salvador A. Jiménez A. Fiszman M. Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance *European food research and technology* 2008; 227: 1515-1521.
- Shamsudin R. Ling C.S. Adzahan N. M. Wan Ramli W.D. Rheological properties of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurized Yankee pineapple juice. *Journal of Food Engineering* 2013; 116: 548-553.
- Soares T.L. Augusto P. E. D. Cristianini M. Using High Pressure Homogenization (HPH) to Change the Physical Properties of Cashew Apple Juice, *Food biophysics* 2014; 10: 169-180.
- Sokmen A. Gunes G. Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate *LWT* 2006; 39: 1053-1058.
- Tabilo G. Barbosa G. Rheology for the food industry. *Journal of food engineering* 2005;67: 147-156.
- Thaiudoma S. Khantarat K. Stability and rheological properties of fat-reduced mayonnaises by using sodium octenyl succinate starch as fat replacer. *Procedia Food Science* 2011; 1: 315 - 321.
- Thomareisa A. S. Chatziantoniou S. Evaluation of the Consistency of Low-Fat Mayonnaise by Squeezing Flow Viscometry. *Procedia Food Science* 2011; 1: 1997 - 2002.
- Tiziani S. Vodovotz y. Rheological effects of soy protein addition to tomato juice. *Food Hydrocolloids* 2005; 19: 45-52.
- Vélez Ruíz J. F. González Tomas F. Costell E. Rheology of dairy custard model systems: Influence of milk -fat and hydrocolloid typ. *European food research and technology* 2005; 221: 342-347.

Zailer A.F. Nicoletti Telis V.R. Oliveirac E. Reis Coimbra J.E. Telis-Romero J. Biochemical Engineering Journal 2011; 53: 260-265.

Zuritz C.A. Muñoz E. Mathey H Pérez E.H Gascon A. Rubio L.A. Carullo C.A. Chernikoff R.E. Cabeza M.S. Density, viscosity and coefficient of thermal expansion of clear grape juice at different soluble solid concentrations and temperatures. Journal of food engineering 2005; 71: 143-149.

Actividad de Agua, Porcentaje de minerales, Proporción de azúcares y DSC-Análisis térmico de los polvos obtenidos del jugo de los geles de *Aloe vera* y *Aloe ferox* secados por Aspersión y Liofilización

Juan J. Martínez García, Patricia Ramírez Baca, María G. Candelas Cadillo, José R. Minjares Fuentes, María de los A. Sáenz Esqueda

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n Fracc. Filadelfia, 35010, Gómez Palacio, Dgo., México.

Resumen

El Aloe es una planta originaria de regiones áridas que se ha empleado como remedio medicinal desde la antigüedad. Ciertos compuestos del Aloe presentan propiedades benéficas en la salud. Los extractos de las hojas de *Aloe vera* (AV) son ampliamente utilizadas en productos para la piel y recientemente en suplementos y bebidas saludables. Debido a que las hojas de AV y *Aloe Ferox* (AF) ya una vez cortadas tienen un periodo corto de vida de anaquel, el tener una alternativa de conservación como secado por aspersión (SA) y liofilización (SL) del gel de ambas variedades pueden emplearse para tener un polvo que puede ser utilizado como aditivo tanto en el área de alimentos como en farmacia. Es por eso, que el objetivo de este trabajo fue medir las propiedades de los polvos obtenidos de AV y AF, SA y SL, para identificar si hubo cambios en los mismos. Se les midió la actividad de agua (Aw), el porcentaje de minerales, proporción de azúcares y DSC-análisis térmico. La Aw del AV tuvo valores de 0.320-0.432, el AF 0.245-0.271. La proporción de minerales en el AV fue de 30-35% de potasio 25-34% Ca, 25-28% de cloro y 6-12% sodio; en el AF de 25-30% de potasio, 25-35% de calcio, 15-25% de cloro, y 15-20% de sodio. En los azúcares la manosa se encontró en mayor proporción en el AV con proporciones de 44.97-52.61%, en el AF 18.21-33.48%; la glucosa se encontró en mayor proporción en el AF con proporción de 62.84-78.21%. Las temperaturas de transición vítrea del AV fueron de 51-56.24°C, y para el AF fueron de 23.48-27.43°C. Los polvos obtenidos tienen las características para ser utilizados como materia prima en el área de farmacia y de alimentos.

Palabras clave: *Aloe vera*, *Aloe ferox*, secado aspersión, liofilizado.

Introducción

El aloe es reconocido como una fuente invaluable de materia prima en los alimentos funcionales, cosméticos y medicina (Kawai y col., 1993; Eshun y He 2004). Existe una amplia variedad de especies de aloe, con más de 400, de las cuales el *Aloe vera*, *Aloe saponaria*, *Aloe aborescens* y *Aloe ferox* son las más comunes por su uso

comercial. Los compuestos del Aloe son utilizados en la manufactura de productos médicos como pomadas para tratamientos contra quemaduras, cremas y lociones para aplicaciones tópicas contra varias enfermedades de la piel (Eshun y He, 2004). Por otra parte, estas especies de aloe se enumeran en la farmacopea de muchos países en la presentación de extractos o en polvo (Park y Jo, 2006). Desafortunadamente, debido a procesamientos inadecuados, muchos de estos productos de Aloe contienen muy poco o prácticamente ningún ingrediente activo. El secado por aspersión es el método más común para producir polvo de Aloe, en pocas ocasiones se utiliza la liofilización (Bozzi y col., 2007; Cervantes-Martínez y col., 2014, Madan y col., 2009; Nindo y col., 2010). El secado por aspersión es un método común para secar materiales termolábiles, existen pocos reportes acerca de las condiciones de deshidratación utilizadas en el procesamiento industrial del Aloe vera y Aloe ferox. Es por esto que en este proyecto de investigación se evaluaron las características: Aw, porcentaje de minerales, proporción de azúcares y DSC-Análisis térmico de los polvos obtenidos del jugo de los geles de Aloe vera y *Aloe ferox* secados por aspersión y liofilización, con la idea de conocer sus características, diferencias y el efecto del proceso en estas propiedades.

2. Materiales y métodos

Las muestras de Aloe fueron recolectadas del campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, que se encuentra ubicada en el Ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Durango, México. Las hojas recolectadas tenían una edad de 3 años. El gel se retiró manualmente con cuchillo, cortándose en trozos pequeños para ser molturados en un molino eléctrico comercial. Se filtró dos veces a través de una manta cielo para tener un jugo con partículas de diámetro <0.5 mm para evitar obstruir el inyector del secador.

2.2. Métodos de secado

2.2.1. Secado por Aspersión (SA)

Los diferentes tratamientos de Aloe vera (AV) y Aloe ferox (AF) secados por aspersión (SA) fueron obtenidos por medio de un secador (Lab Plant, MODELO SD-BASIC, No. SDB03100082) utilizando temperaturas de entrada de 150, 160 y 170 °C y temperatura de salida de 88, 94 y 100 °C. Y una velocidad de alimentación de 400 mL/hora. Los polvos obtenidos fueron recogidos y empacados en condiciones anhidras.

2.2.2. Liofilización (SL)

Las muestras de AV y AF, se liofilizaron a -40 °C; 0.027 mBa; 120 h, mediante un liofilizador Labconco Free Zone Triad Cascade Benchtop (Kansas City, MO, USA).

2.3. Medición de la actividad de agua (Aw) de los polvos de AV y AF

La actividad de agua de los diferentes polvos de AV y secados por aspersión y liofilización fueron analizados por un medidor de actividad de agua NOVASINA LabMASTER-aw (Novasina, Zurich, Switzerland) de acuerdo al procedimiento propuesto por Eim y col., 2008. Los tratamientos se midieron a 25 °C por triplicado.

2.4. Porcentaje de minerales

Las muestras fueron colocadas en el Hitachi scanning electron microscope S-3400N (Japan) con aceleración de voltaje de 15 kV. Las muestras fueron analizadas directamente, sin ningún tratamiento bajo una presión de 40 Pa. El dispositivo determina las proporciones de minerales de manera directa.

2.5. Análisis de la proporción de carbohidratos

El análisis de carbohidratos fue llevado a cabo según Medina-Torres y cols., (2016) para azúcares neutros. Los azúcares fueron liberados por una hidrólisis ácida. Los tratamientos fueron dispersados en una solución 12 M de H₂SO₄ por 3 h seguida por una dilución a 1 M y posteriormente hidrolizada a 100°C por 2.5 h (Saeman et al., 1954). Los azúcares neutros fueron derivatizados a acetato de alditol y fueron separados isotérmicamente a 220°C por Cromatografía de gases (CG) con un detector FID y equipado con una columna de 30 m DB-225 (J&W Scientific, Folsom, CA, USA) con un diámetro interno y un espesor de película de 0.25 mm y 0.15 μm, respectivamente.

2.6. DSC- Análisis térmico

De las muestras de AV y AF secadas por aspersión y liofilización se utilizaron (0.08 g), se empastillaron para ser colocadas de manera individual en el calorímetro diferencial de barrido con modulación de la temperatura TA Instruments modelo DSC 2920.

3. Resultados

Los siguientes son los resultados obtenidos de Actividad de agua, porcentaje de minerales, proporción de azúcares

y DSC-análisis térmico de los polvos obtenidos del jugo de los geles de Aloe vera y Aloe ferox secados por aspersión y por liofilización.

3.1. Actividad de agua Aw

En la tabla 2 se representan los valores de la Aw obtenidos de las muestras analizadas de AV y AF secadas por liofilización y por aspersión a las diferentes temperaturas. En donde se puede observar que los tratamientos de AV tienen una actividad de agua mayor con respecto a los tratamientos de AF. La actividad del agua es probablemente el parámetro más importante en el campo de la conservación de alimentos ya que es un indicador del crecimiento microbiano de los alimentos y de la velocidad de deterioro. Este parámetro también es importante conocerlo debido a las condiciones de almacenamiento que se le tienen que dar al polvo, y así evitar problemas de aglomeración (apelmazamiento) por causa de la humedad adsorbida del medio ambiente. Cuando un producto está expuesto al aire ambiente, la actividad del agua del producto tiende a equilibrarse con la humedad relativa del aire que lo rodea (ERH). (Iberfluid Instruments, 2016). En este caso las Aw de los diferentes tratamientos tienen las características ideales para evitar problemas de degradación por efecto de microorganismos, o por reacciones bioquímicas. La medición de la actividad de agua es importante para cumplir con los requerimientos HACCP y también cumplir con las regulaciones del gobierno. Por este motivo, muchos países ya han establecido unas prescripciones de carácter obligatorio sobre los valores de Aw admisibles. Tienen Aw inferior a 0.60 los dulces, el chocolate, la miel, los fideos, las galletas, las papas fritas, las verduras secas, huevos y leche en polvo. Los microorganismos no se multiplican por debajo de una Aw de 0,60 pero pueden permanecer vivos durante largos periodos de tiempo (Equinlab, 2016)

Tabla 2. Aw de los polvos de AV y AF secados por liofilización y aspersión

Tratamiento	Aw
AV-SL	0.432 ± 0.005
AV-SA 150°C	0.320 ± 0.019
AV-SA 160°C	0.334 ± 0.016
AV-SA 170°C	0.337 ± 0.006
AF-SL	0.268 ± 0.002
AF-SA 150°C	0.272 ± 0.018
AF-SA 160°C	0.236 ± 0.004
AF-SA 170°C	0.245 ± 0.015

3.2. Porcentaje de minerales en los polvos de AV y AF

En lo referente al porcentaje de minerales presentes en los polvos de AV y AF deshidratados por aspersión y por liofilización se representan a través de las figuras 1 y 2. En donde se observa que los tratamientos de AV tienen una mayor proporción de potasio comparándolos con los tratamientos de AF, así mismo, las proporciones de calcio son similares en ambas variedades y la concentración de cloro es mayor en las muestras de AV. Las proporciones de potasio en los tratamientos de AF son mayores comparadas con los de AV.

En el AV las proporciones de K 30-35%, Ca 25-34%, Cl 25-28% y Na 6-12%, en comparación con el AF que de K 25-30%, Ca 25-35%, Cl 15-25% y Na 15-20%.

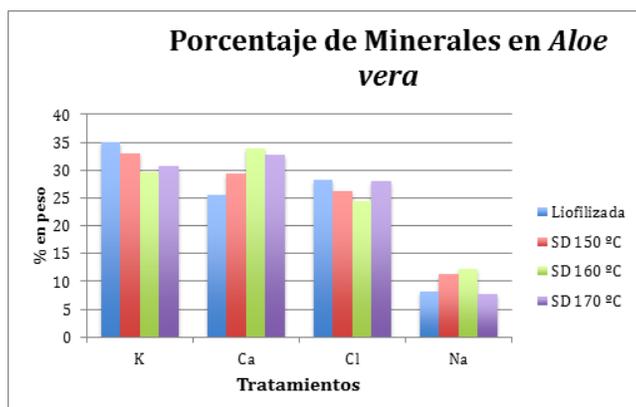


Figura 1. Porcentaje de minerales presentes en las muestras de *Aloe vera* secadas por liofilización y aspersión (SD) a diferentes temperaturas (150, 160 y 170 °C)

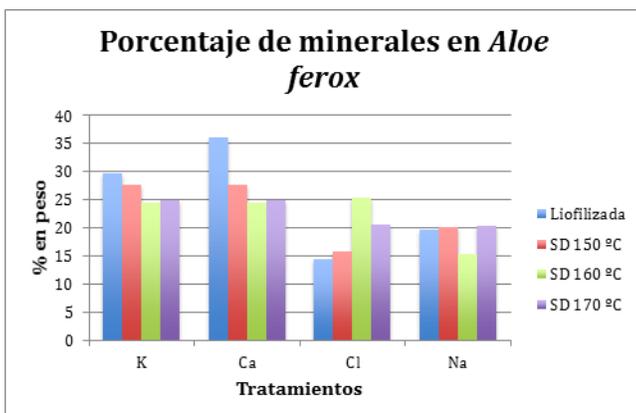


Figura 2. Porcentaje de minerales presentes en las muestras de *Aloe ferox* secadas por liofilización y aspersión (SD) a diferentes temperaturas (150, 160 y 170 °C)

Según Robson y col., 1982, quienes evaluaron las fracciones de la planta de *Aloe vera* informando que el contenido de cenizas fue relativamente alto en todas las fracciones de la planta, pero en particular en el gel, donde representó el 23,6% de la materia seca. Sodio, potasio, calcio y magnesio fueron los minerales predominantes detectados en todas las fracciones de la hoja; sin embargo, el calcio es el principal mineral detectado en las fracciones de cáscara y la pulpa, mientras que el sodio y el potasio fueron mayores en el gel. Las razones para el predominio de estos minerales en el gel está claro, pero el sodio se sabe que tiene un papel en la distribución de agua y de potasio se cree que mejora la reparación del tejido celular de la misma planta. Dentro de lo importante de poder conocer los minerales presentes y la proporción de los mismos en las plantas de *Aloe*, se encuentra el criterio de servir como una especie de huella de identificación para corroborar las características del polvo y la especie del aloe de la que se trata. Anirban y col., (2013) identificaron la concentración de diferentes minerales presentes en el *Aloe vera* en diferentes períodos de crecimiento

de la planta, encontrando diferentes macro-elementos (Ca, Mg, K and P), micro-elementos (Mn, Fe, Zn and Cu) y elementos no-esenciales (Na, Se, Al, and Cd). La concentración de Ca, K, Mg, P y Na fueron encontrados los más altos comparados con el resto de los elementos, lo cual coincide con lo reportado en esta investigación. Por otro lado, Femenia y col., (1999) y García-Hernández y col., (2006), reportan que el Na, Ca, y Mg son los elementos minerales predominantes en los geles frescos y rehidratados de *Aloe vera*.

3.3. Proporción de carbohidratos

La tabla 3, nos representa las diferentes proporciones de azúcares presentes en las muestras analizadas, en donde se observó que los azúcares que se encuentran en mayor proporción son la manosa y la glucosa. Haciendo referencia a cada una de las variedades la manosa se encuentra en mayor proporción en el AV en los diferentes tratamientos de secado con valores que van de 44.97-52.61%, la proporción menor es para el AV-SL y las proporciones mayores son para las muestras de AV-SA incrementándose con respecto a las temperaturas utilizadas para el secado. En lo que respecta a las muestras de AF, la muestra de SL presenta una proporción menor de manosa con respecto a los tratamientos de SA, con un valor de 18.21%, las muestras de AF-SA presentan valores similares de este azúcar con proporciones de 31.80-33.48%. El otro azúcar que se encuentra en proporción mayor con respecto a los otros, es la glucosa, en las muestras de AV-SL y S-A se encuentran en proporciones similares con valores de 43.13-50.24%, en el AF las proporciones de glucosa aumentan, con un valor de 78.21% para SL, y de 62.89-65.52% para el SA.

Tabla 3. Proporción de azúcares presentes en las muestras de AV y AF secados por aspersión y liofilizados

Tratamiento	%Rha	%fuc	%Xyl	% Man	%Gal	% Gluc
AV-SL	0.68±0.01	0.10±0.01	0.44±0.03	44.97±1.92	1.84±0.08	50.24±1.94
AV-SA 150°C	0.62±0.22	0.21±0.20	0.44±0.12	47.61±1.91	1.96±0.18	48.10±1.93
AV-SA 160°C	0.61±0.26	0.24±0.15	0.35±0.03	51.75±0.75	2.00±0.11	43.86±0.46
AV-SA 170°C	0.82±0.05	0.16±0.14	0.38±0.06	52.61±1.26	1.88±0.15	43.13±1.93
AF-SL	0.57±0.04	0.17±0.02	0.31±0.04	18.21±0.74	1.14±0.09	78.21±6.05
AF-SA 150°C	0.63±0.04	0.12±0.11	0.66±0.04	33.48±10.3	1.37±0.15	62.89±9.57
AF-SA 160°C	0.62±0.05	0.09±0.08	0.29±0.02	31.80±7.90	1.19±0.09	65.52±6.97
AF-SA 170°C	0.64±0.05	0.09±0.09	0.31±0.04	31.99±8.41	1.19±0.08	65.11±8.27

Rha: Ramnosa, Fuc: Fucosa, Xyl: xilosa, Man: manosa, Gal: galactosa y Gluc: glucosa

Los compuestos que son considerados responsables de las propiedades terapéuticas del *Aloe* son los polisacáridos que se encuentran en el mucílago del gel ('tHart y col., 1989; Grindlay y Reynolds, 1986) los cuales consisten principalmente de (1-4)β glucomanano (Gowda y col., 1979; Grindlay y Reynolds, 1986). Se conoce que los polisacáridos juegan un papel en la interacción célula-célula y pueden también formar barreras protectoras en los sistemas animales. Estudios clínicos de la eficacia del gel de *Aloe vera* gel han demostrado que la actividad de los productos varía (algunas veces no teniendo efecto terapéutico): esta pérdida en la consistencia

de los resultados puede ser atribuida a cambios en la composición del gel durante su crecimiento o después de la cosecha.

En otros estudios el índice o proporción de glucosa y manosa en los polisacáridos del Aloe fresco fue de 1:1 (Farkas, 1963) a 1:6 (Gowda y col., 1979). Esta discrepancia puede ser el resultado de las diferencias en las especies o de los tratamientos que se les da a las muestras. La presencia de glucomanos, podría ser utilizada para la identificación de los productos comercializados del Aloe. Incluso después de la degradación posterior a la cosecha los glucomanos residuales permanecen, aunque la relación de glucosa : manosa cambia (Yaron, 1993).

En los trabajos hechos por Femenia y col., 1999, Femenia y col., 2003, la manosa y la glucosa fueron los azúcares predominantes en toda las fracciones y representan entre el 55% y 75% del total de los monosacáridos determinados. La manosa residual del filete y tejidos del gel provienen probablemente del acemanano, el principal componente activo de la planta de Aloe vera, en la cual se han encontrado en grandes cantidades en los tejidos celulares (Fogleman y col., 1992; McAnalley, 1993). Por otro lado, las sustancias pécticas son el principal tipo de polisacáridos presentes en el parénquima de la pared celular del Aloe vera, esto se pudo deducir por la presencia de una larga cantidad de ácidos urónicos y galactosa, y la presencia de pequeñas cantidades de arabinosa y ramnosa las cuales son también característica de estos polisacáridos pécticos (Aspinal, 1980). Esto hace referencia a los azúcares que se encontraron en las muestras analizadas de AV y AF, lo cual indica que también lo man y colactivo de la pantmuestras analizadas de AV y AF, lo cual indica que también principal componente activo de la pantén en los polvos obtenidos durante los procesos de secado por aspersión y por liofilización quedan residuos de los sólidos de las sustancias pécticas. De esta misma forma, la presencia de cantidades relativamente pequeñas de xilosa y fucosa indican la presencia de xiloglucanos hemicelulósicos. Las unidades de la glucosa no celulósica podrían ser parte de la estructura principal de los xiloglucanos (O'Neill & Selvendran, 1985).

3.4. DSC- Análisis térmico

En las figuras 3 a la 6 se muestran las características de los gráficos obtenidos por el DSC- Análisis térmico, que representan las temperaturas de transición vítrea de los polvos de AV y AF obtenidos del secado por aspersión y por liofilización. En donde se observan claramente dos temperaturas que son las que indican la presencia de los dos azúcares más importantes dentro de la composición química de ambas variedades, como son la manosa y la glucosa. En el caso de las muestras de AV se identifican temperaturas de transición vítrea que van de 51-56.24°C, la cual probablemente nos indica la presencia de manosa, en el caso de las muestras de AF las temperaturas de transición vítrea van de 23.48-27.43°C lo que probablemente indique la presencia de altas cantidades de glucosa.

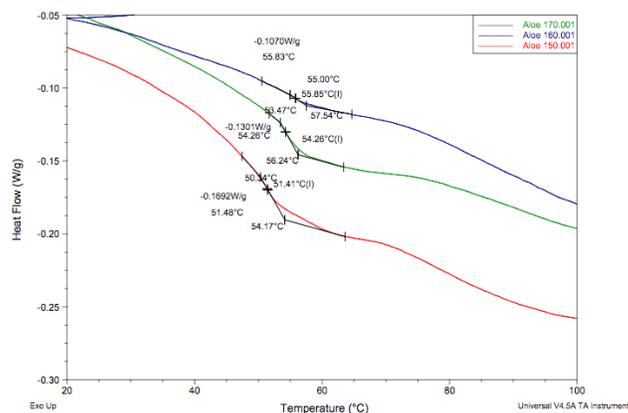


Fig. 3. Temperaturas de transición vítrea de las muestras de AV secadas por aspersión a 150, 160 y 170 °C.

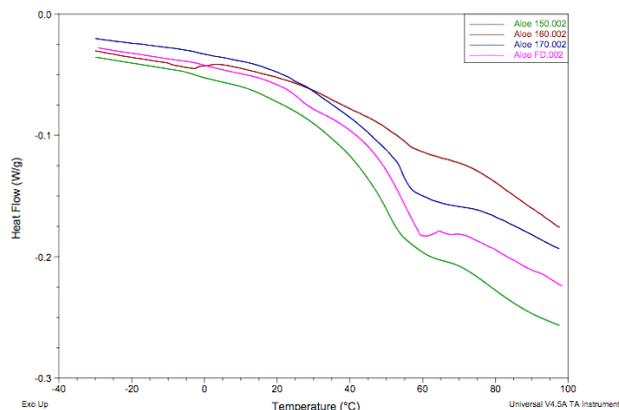


Fig. 4. Comportamiento de transición vítrea de las muestras de AV secadas por aspersión (150, 160 y 170°C) comparadas con el AV secado por liofilización

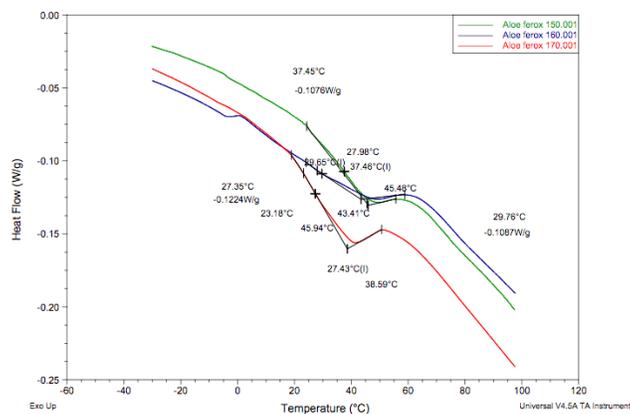


Fig. 5. Temperaturas de transición vítrea de las muestras de AF secadas por aspersión a 150, 160 y 170°C

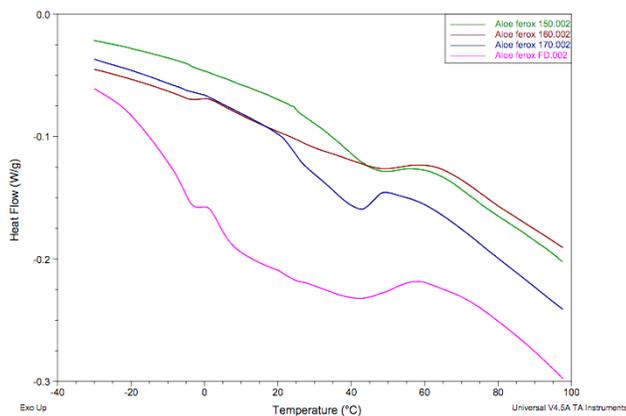


Fig. 6. Comportamiento de transición vítrea de las muestras de AF secadas por aspersión (150, 160 y 170 °C) comparadas con el AF secado por liofilización

Con los últimos avances en la calorimetría diferencial de barrido (DSC) la cual utiliza la calefacción modulada, proporcionando líneas base planas, y transiciones débiles de los productos alimenticios y farmacéuticos, convirtiéndose en una forma fácil de detectar las cualidades de estos productos. La DSC es rápida, se utilizan pequeños tamaños de muestra (<10 mg) se puede utilizar para analizar la calidad y la autenticidad de geles y polvos de *Aloe vera* comerciales. La transición vítrea (Tg) es un fenómeno de segundo orden que se produce dentro de un rango de temperatura específico cuando los materiales poliméricos se someten a un proceso de calentamiento o enfriamiento. Para la mayoría de materiales biológicos, la Tg está influenciada por la presencia de agua (actividad del agua) y otros agentes plastificantes. Su medición es importante para la predicción de la estabilidad de almacenamiento (temperaturas críticas), rehidratación, y otras propiedades funcionales que pueden ser afectada por los agentes plastificantes (Nindo y col., 2010).

Según Nindo y col., (2010), en su trabajo encontraron que en el aloe puro (sin maltodextrina), los valores de Tg de las muestras deshidratadas por aspersión son generalmente más bajos, con un punto de inicio alrededor de 58,2 ° C y punto medio de 65,2 ° C (promedio 65,9 ° C ± 3,2 ° C), en comparación con la de secado por liofilización la cual tenía un punto medio Tg en el intervalo de 70 ° C a 78 ° C. Durante el proceso de secado por aspersión, es posible que los polisacáridos de aloe se sometan a fuerzas de cizallamiento altas, lo que puede contribuir a la pérdida de la estructura, y por lo tanto reducir los beneficios para la salud (Femenia y col., 2003). En las muestras analizadas en este trabajo de investigación se puede resaltar lo siguiente, al hacer las comparaciones entre los tratamientos del AV y AF con respecto a los procesos de secado, se encontró que en el AV los tratamientos tienen un comportamiento similar a lo reportado por Nindo y col., (2010). Por otro lado, las muestras de AF la Tg cambia debido a su composición química, como se ha comentado las muestras de AF se caracterizan por tener una alta concentración de glucosa en su estructura molecular.

Conclusión

Tanto el AV como el AF han ganado recientemente popularidad como ingredientes en formulaciones cosméticas y suplementos alimenticios. se ha reportado que tiene actividad anti-oxidante, actúa como antimicrobiano, y anti-inflamatorio. Es por esto que en este trabajo de investigación se probaron dos métodos de secado SA y SL en dos variedades de Aloe AV y AF para identificar si siguen conservando sus propiedades físicas y químicas, y de esta manera poder ser utilizados como aditivos tanto en la industria farmacéutica como alimenticia. Se encontró que la Aw del AV tuvo valores de 0.320-0.432, el AF 0.245-0.271. En donde se observa que los tratamientos de AV tienen una mayor proporción de potasio comparándolos con los tratamientos de AF, así mismo, las proporciones de calcio son similares en ambas variedades y la concentración de cloro es mayor en las muestras de AV. Las proporciones de potasio en los tratamientos de AF son mayores comparadas con los de AV. En los azúcares la manosa se encontró en mayor proporción en el AV, la glucosa se encontró en mayor proporción en el AF. Las temperaturas de transición vítrea del AV fueron de 51-56.24°C, y para el AF fueron de 23.48-27.43°C identificando los dos azúcares que se encuentran en mayor proporción en las dos variedades de Aloe, manosa y glucosa. Hubo diferencias por efecto de la variedad y los tratamientos de secado utilizados para obtener los polvos en los componentes evaluados.

Bibliografía

- 'tHart, L. A., van den Berg, A. J. J., Kuis, L., van Dijk, H., and Labadie, R. P. 1989. An anticomplementary polysaccharide with immunological adjuvant activity from the leaf. *Planta Med.* 55, 509-512.
- Anirban, R., S. Dutta, G., Sampad, G., Shashaank M. Aswathac, B. K. 2013. Chemometric studies on mineral distribution and microstructure analysis of freeze-dried Aloe vera L. gel at different harvesting regimens. *Industrial Crops and Products.* 51, 194-201
- Aspinall, G. O. 1980. Chemistry of cell wall polysaccharides. In J. Preiss (Ed.). *The biochemistry of plants. Carbohydrates: Structure and function*, New York: Academic Press. Vol. 3, pp. 473-500
- Barrett D. 2002. *Biochim Biophys Acta* 2002;1587:224.
- Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., Arce Vera, F. 2007. Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. *Food Chemistry* 103, 22-30.
- Cervantes-Martínez, C.V., Medina-Torres, L., González-Laredo, R.F., Calderas, F., Sánchez-Olivares, G., Herrera-Valencia, E.E., Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N.E, Rodríguez-
- Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C., Femenia, A. 2008. Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science.* 80, 173-182

- Equinlab. 2016. La importancia de la Aw-Actividad del agua. [http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf)
- Eshun, K., He, Q. 2004. Aloe vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries A Rev Critical Reviews in Food Science Nutr; 44: 91-96
- Farkas A. 1963. Topical medicament containing Aloe polyuronide for treatment of burns and wounds. U.S. Patent 3,103,466.
- Femenia, A., Garcia-Pascual, P., Simal, S., & Rossello, C. 2003. Effects of heat treatment and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from Aloe barbadensis Miller. Carbohydrate Polymers, 51(4), 397-405.
- Femenia, A., Sánchez, E. S. Simal, S., Rossello, C., 1999. Compositional features of polysaccharides from Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) plant tissues. Carbohydrate Polymers 39, 109-117.
- Fogleman, R. W., Chapdelaine, J. M., Carpenter, R. H., & McAnalley, B. H. 1992. Toxicologic evaluation of injectable acemannan in the mouse, rat and dog. Vet. Hum. Toxicol., 34, 201-205.
- García-Hernández, J.L., Valdez-Cepeda, R.D., Murillo-Amador, B., Beltrán-Morales, F.A., Ruiz-Espinoza, F.H., Orón-Castillo, I., Flores-Hernández, A., Troyo-Diéguez, E., 2006. Preliminary compositional nutrient diagnosis norms in Aloe vera L. grown on calcareous soil in an arid environment. Environmental and Experimental Botany 58 (1-3), 244-252.
- Gowda, D. C., Neelisiddaiah, B., and Anjaneyalu, Y. V. (1979). Structural studies of polysaccharides from Aloe vera. Carbohydr. Res. 72, 201-205.
- Grindlay, D., and Reynolds, T. 1986. The aloe Vera phenotype-non: A review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. J. Ethnopharmacol. 16, 117-151.
- Iberfluid Instruments. 2016. Medición de la actividad del agua. http://www.iberfluid.com/consierge/docs/1458_articles_786_Actividad%20del%20agua.pdf
- Kawai, K., Beppu, H., Koika, T., Fujita, K., Marunouchi, T. (1993). Tissue culture of Aloe arborescens miller var. natalensis berger. Phytother Res 7:S5-10.
- Madan, J., Sharma A. K., y Singh, R. 2009. Fast dissolving tablets of Aloe vera gel. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 8(1), 63-70.
- McAnalley, B. H. 1993. Process for preparation of Aloe products. European Patent WO 89/06539.
- Medina-Torres, L., Calderas, F., Minjares, R., Femenia, A., Sánchez-Olivares, G., F.R. González-Laredo, F. R., Santiago-Adame, R., Ramírez-Núñez, D.M., Rodríguez-Ramírez, J., O. Manero, O. (2016). Structure preservation of Aloe vera (barbadensis Miller) mucilage in a spray drying process. Food Science and Technology 66. 93-100.
- Nindo, C.I., Powers, J.R., 2010. Thermal properties of Aloe vera powder and rheology of reconstituted gels. T. Am. Soc. Agric. Biologic. Eng. 53 (4), 1193-1200.
- O'Neill, M. A., & Selvendran, R. R. (1985). Hemicellulosic complexes from the cell wall of runner bean (Phaseolus cocineus). Biochemical Journal, 227, 475-481.
- Park YI, Jo TH. 2006. Perspective of industrial application of Aloe vera. In: Park YI, Lee SK, editors. New perspectives on Aloe. New York: Springer Verlag. p 191-200.
- Ramírez, J. 2014. Study of spray drying of the Aloe vera mucilage (Aloe vera barbadensis Miller) as a function of its rheological properties. LWT. Food Science and Technology 55. 426-435
- Robson MC, Hegggers JP, Hagstrom WJ. Myth, magic, witch craft or fact Aloe vera revisited. J Burn Care Rehabil 1982;3:157-162.
- Saeman, J. F., Moore, W. E., Mitchell, R. L., & Millett, M. A. 1954. Techniques for the determination of pulp constituents by quantitative paper chromatography. TAPPI, 34, 336-365.
- Yaron, A. 1993. Characterization of Aloe gel before and after autodegradation, and stabilization of the natural fresh gel. Phytotherapy research. Vol. 7, S11-S13.

Ingeniero Químico en Alimentos

PERFIL INGRESO

El aspirante a la carrera de Ingeniero Químico en Alimentos debe de poseer ciertas características para garantizar su permanencia y continuidad, estas son:

- a) Conocimientos básicos e interés en las áreas de: Química, Física, Matemáticas y Biología*
- b) Habilidades: Creativo y observador, Capacidad para síntesis y análisis crítico, Afinidad y gusto por la investigación y el trabajo en el laboratorio.*
- c) Actitudes: Ser responsable, Perseverante y propositivo, Interés por el mejoramiento social, cultural y económico.*

PERFIL EGRESO

El egresado de Ingeniero Químico en Alimentos tendrá los conocimientos para:

- Controlar, diseñar y analizar procesos fisicoquímicos y biológicos en alimentos.*
- Adaptar mejoras en los procesos tecnológicos relacionados con la industria de alimentos.*
- Desarrollar tecnología propia de procesamiento, conservación y empaque en el área de alimentos.*
- Investigar y desarrollar de nuevos productos alimenticios.*
- Aprovechar subproductos de las industrias alimenticias y agrícolas.*
- Seleccionar y utilizar adecuadamente maquinaria, equipos industriales, de laboratorio y análisis de alimentos. Así como tener capacidad de proponer mejoras en los mismos.*
- Crear nuevas empresas.*
- Diseñar, interpretar y adecuar planes y programas para el control de la calidad en la industria de alimentos.*
- También las habilidades para:*
 - Aplicar técnicas de procesamiento y conservación de alimentos: refrigeración, pasteurización, congelación, secado, etc.*
 - Dominar programas computacionales básicos, así como conocer procesos computarizados existentes en la industria de los alimentos.*
 - Realizar investigación de carácter básico y aplicado relacionada a las áreas de la ingeniería de los alimentos. Así como, el desarrollo de valores mostrados en:*

Actitud emprendedora, con principios éticos y de responsabilidad, compromiso con el mejoramiento del medio ambiente y con deseos de capacitación y superación permanente.



CIENCIAS QUÍMICAS

(Biotecnología Farmacéutica, Clínica)



*Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano.
Issac Newton (1642-1727) Matemático y físico británico.*

Química Nutricional

1

Valdez G, Guadalupe., ¹Rivera L, K.F., ¹Orozco G, R., ¹Hernández V, J. M., ^{1*}Segura S, I. P.

¹Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 S/N, Fracc. Filadelfia Gómez Palacio, Dgo.

*ilsesoto1003@outlook.com

ABSTRACT.

The chemistry of nutrition determines that foods are important for our health, this why, the human body acts using chemicals granted by. The food scope of the nutritional chemistry is very varied, not only covers the nutritional content of food but also the drugs needed to care for meat products and that none of the food consumed by humans achieve cause any danger to the consumer. Nutritional and analytical chemistry are of paramount importance for the development and production of new products, since through nutritional analysis the beneficial / toxic impact of compounds used for food processing is determined, jointly determine that it stands compound which is prepared for consumption and in turn to determine what is appropriate to consume.

Key words: Food processing, Macro- and micronutrients, plant protection products, functional foods, additives.

INTRODUCCIÓN.

Se sabe que la química es la base de muchas disciplinas, y hemos escuchado esa frase "Todo es química". Esa frase tan conocida es muy cierta, debido a que la química es sin duda la base de todo, una disciplina que va ligada con la química es la nutrición, se podría decir que la nutrición es química. El estudio científico de la nutrición comenzó con el químico francés Lavoisier, quien desarrolló el concepto de metabolismo el proceso químico que provee la energía que recorre el cuerpo. Durante el siglo XIX, los químicos estudiaron la composición y la función de los minerales y grasas de los alimentos, y establecieron la ciencia de la nutrición. A comienzos del siglo XX, universidades norteamericanas como Johns Hopkins ayudaron a hacer de dicha ciencia más que una simple investigación sobre la química. A mediados de siglo, las principales vitaminas habían sido identificadas y organizaciones gubernamentales contaban con suficiente información para comenzar a hacer públicos requerimientos mínimos de nutrientes específicos. La ciencia de la nutrición actual continúa refinando el rol de los nutrientes, particularmente rastros compuestos que aparecen para beneficiar, pero de los cuales no ha sido descubierta una cantidad necesaria y los componentes que aparecen para afectar la química cerebral. La "ingeniería" de la comida y la nanotecnología están siendo desarrolladas para mejorar el valor nutritivo de los cultivos y la agricultura mundial.

La química de la nutrición determina que alimentos son importantes para nuestra salud, esto por qué, el organismo humano actúa usando los químicos otorgados por los alimentos. La nutrición está basada en las sustancias y reacciones químicas, un ejemplo de ello es la digestión¹. Las sustancias biológicas aparecen en alimentos como las carnes y verduras y en bebidas como la leche y la cerveza. La alimentación es el proceso biológico en que los organismos asimilan los alimentos y los líquidos necesarios para el funcionamiento, el crecimiento y el mantenimiento de las funciones vitales. La nutrición, también, es el estudio de la relación de los alimentos con la salud.

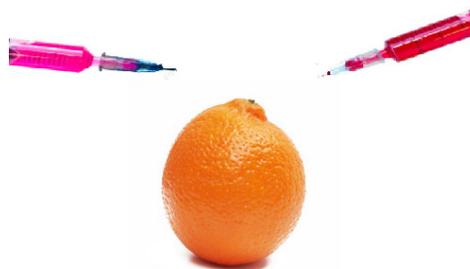


Figura 1. Naranja siendo sometida a químicos.

RELACIÓN DE LA QUÍMICA CON LOS ALIMENTOS.

La relación de la química con los alimentos es el estudio de los procesos e interacciones de los componentes biológicos y no biológicos que se dan en la cocina cuando se manipulan alimentos.

¿Qué harías si te ofrecieran un menú como este?

Primer plato:

Proteínas desnaturalizadas, polipéptidos, aminoácidos, polisacáridos, celulosa, colesterol y ácido linoléico, propiónico y oleico.

Segundo plato:

Proteínas con isoleucina, leucina, lisina, metionín, hierro, fósforo, magnesio, zinc, niacina y riboflavina.

Tercer plato:

Lactosa, caseína, lactoalbumina, calcio y fósforo además ácido málico, más polisacáridos, ésteres amilico y fórmico y acetaldehído.

¿Dirías que no? Acabas de rechazar unos huevos revueltos con queso, cebollas y tomates, un filete de ternera, un vaso de leche y una manzana. Pero es lo más lógico, ya que, suena imposible relacionar los componentes de cualquier menú, por ejemplo, en el jugo de una cascara de naranja se encuentran 42 sustancias químicas diferentes, incluyendo 12 alcoholes, 9 aldehídos, 2 ésteres y 14 hidrocarburos².

QUÍMICA Y ALIMENTACIÓN.

¿Qué es un nutriente?

Producto químico procedente del exterior de la célula y que necesita para poder hacer sus funciones, este es tomado por la célula y se transforma en constituyente celular por un proceso metabólico de biosíntesis llamado anabolismo o bien es degradado para la función para la obtención de otras moléculas y de energía.

El cuerpo está compuesto en un 60% por agua, que se encuentra dentro de las células y también fuera de ella formando el plasma sanguíneo, la linfa y los fluidos intersticiales, sirviendo como disolvente sin el que no tendría lugar la química de la vida.

Las familias más importantes de las moléculas son:

- **Componentes orgánicos:**

1. **Lípidos:** en especial las grasas ya que proporcionan reservas energéticas al cuerpo, fosfolípidos y esteroides son componentes de la membrana de la célula.
2. **Proteínas:** las principales componentes del cuerpo. Son una parte importante de la membrana de las células. Ejercen funciones importantes en el cuerpo cabe destacar la importancia de las enzimas, que catalizan las reacciones necesarias para la vida.
3. **Carbohidratos:** son los combustibles del cuerpo humano, bien sea como azúcares que circulan por el torrente sanguíneo o como glucógeno que es un

compuesto que almacena energía en el hígado y los músculos.

Ácidos nucleicos: constituyen los materiales genéticos del cuerpo. El ADN forma el código de la herencia, es decir, las instrucciones sobre cómo debe operar cada célula, y el ácido ribonucleico que ayuda a transmitir tales instrucciones.



Figura 2. Algunos ejemplos de componentes orgánicos e inorgánicos.

- **Componentes inorgánicos:**

El calcio se encuentra también en forma de iones en la sangre y en el fluido intersticial. También abundan los iones fósforo, potasio y magnesio en el fluido intercelular. Son un papel esencial en procesos metabólicos. El hierro se encuentra principalmente en la hemoglobina de la sangre que tiñe de rojo a los glóbulos y transporta el oxígeno a través del cuerpo².

- **Procesos usados en la industria alimenticia para su conservación a través de la aplicación de la química.**

En la industria de los alimentos, el nitrógeno se aplica en la producción de aceites vegetales y de pescados, grasas animales y productos lácteos. En granos como el café, maní, almendras, nueces, pasteles y alimentos preparados. En jugos y pulpas de frutas y verduras, conservación de vinos, entre otros. Su aplicación como gas inerte permite a los alimentos mantenerse en buen estado por un largo periodo. El envasado se hace con atmósferas protectoras de nitrógeno, permiten eliminar las alteraciones bacterianas y químicas que producen los alimentos que sufren los alimentos en los procesos convencionales. Todos estos productos pasan por un proceso químico o bioquímico lo podemos observar en las etiquetas de estos.³

Las diversas aplicaciones de la química en la alimentación constituyen una de las más importantes aportaciones de la ciencia a la mejora de la calidad de vida. La química ha sido sin duda una de las principales razones del incremento en la producción de los alimentos².

RELACIÓN DE LA QUÍMICA NUTRICIONAL EN LAS ÁREAS DE INGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS Y QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO.

Para los profesionales del área de los alimentos y salud, el énfasis en las cualidades químicas y nutricionales de los alimentos, como elementos protectores de la salud, se convierte en una gran oportunidad para fomentar en los individuos una dieta más saludable.

El mayor interés de la industria alimentaria por desarrollar productos funcionales es un aliado importante; sin embargo, es importante considerar las investigaciones científicas que evidencien el beneficio potencial, antes de promover la producción y el consumo de alimentos procesados. En la actualidad el consumidor está más informado acerca del papel que juegan ciertos componentes dietéticos en la prevención de enfermedades. Esto se traduce en un mayor interés por informarse y adquirir productos con determinadas características. El consumidor busca buena presentación, características sensoriales atractivas y propiedades benéficas.

Para la industria alimentaria esta situación representa una gran oportunidad de abrir nuevas líneas de productos con un valor agregado de gran aceptación por consumidores meta.

También la industria farmacéutica visualiza un mercado potencial, como proveedora de materia prima para la industria y distribuidora de suplementos para la población.

El desarrollo industrial cuenta con condiciones muy favorables, si se toman en cuenta las nuevas tecnologías para la producción, incluyendo la biotecnología.

El *químico farmacéutico biólogo* tiene como meta garantizar la calidad de los alimentos y desarrollar nuevos procesos o nuevos productos que tengan valor nutritivo y estén libres de sustancias nocivas para la salud del hombre⁴.

La ingeniería química en alimentos implica un trabajo interdisciplinario que requiere el análisis integral de la situación con el fin de desarrollar programas de orientación al consumidor en tomo a la selección y preparación de alimentos ricos en micronutrientes y otros componentes beneficiosos para la salud, disponibles en la comunidad.

CAMPO DE ACCIÓN EN LA QUÍMICA NUTRICIONAL.

Como hemos visto la química nutricional es muy importante para el organismo y para la composición de los alimentos, pero no solo la podemos aplicar en estas áreas, como toda disciplina cuenta con un campo de acción, los cuales los podemos dividir en cuatro, que serían los siguientes:

- Química en la cocina
- Productos agroquímicos
- Farmacia animal
- Conservación de los alimentos

Química en la cocina

Todos los cocineros son químicos y todos los químicos son cocineros aunque lo desconozcan, de hecho la química empezó en la cocina y fueron los primeros hombres y mujeres los cuales produjeron reacciones químicas y transformaciones moleculares, ya sea asando alimentos cosiéndonlos, mezclando, asiendo emulsiones, extrayéndolos y filtrando, incluso han dominado empíricamente ciertos procesos de bioquímica como la fermentación para realizar cervezas, quesos, panes y vinos. Todo esto para la conservación de los alimentos, para hacerlos más digeribles y atractivos, cambiando su estructura molecular². Pero la química dentro de la cocina apporto el conocimiento del porqué de las cosas, la influencia que tienen los diferentes ingredientes y operaciones aplicadas en los resultados finales de la comida, permitiendo así cocinar mejor.

Visto de una manera más científica la cocina esta complementada por productos químicos, los cuales nos sirven y facilitan la creación de los alimentos, algunos productos químicos que encontramos en la cocina son: el agua, el cloruro de sodio que es la sal común, aceites y grasas, el ácido acético que es el vinagre, la sacarosa la cual es el azúcar, proteínas ya sea huevo, pescado, pollo o carne de res, los almidones como las papas y harinas, y por ultimo las vitaminas que serían frutas y verduras². Viéndolo así la cocina no podría existir sin la química ya que necesita de los productos químicos y de sus procedimientos para la creación de los alimentos.



Figura 3. El molcajete es uno de los utensilios que datan de la época prehispánica en nuestro país.

Los agroquímicos

Para que lleguen a la cocina los alimentos de buena calidad, sanos y a precios accesibles es necesario cuidar las plantas, obtener buenas y abundantes cosechas, criar un ganado sano, bien alimentado y proteger los productos recogidos durante su almacenamiento y transporte para que conserven sus condiciones nutritivas. Para lograr todo esto, el hombre ha recurrido a la química.

Dentro de los agroquímicos se dividen en dos los cuales son, fertilizantes y los productos fitosanitarios.

- Fertilizantes



Figura 4. Los agroquímicos de efectos fitotóxicos, utilizados para detener, inhibir o destruir plantas no deseadas (maleza).

En la agricultura moderna, los fertilizantes se preparan de manera **sintética**, contienen los nutrientes específicos para las necesidades de la tierra de acuerdo al producto que se va a sembrar (nitrógeno, fósforo y potasio). Además, en este tipo de agricultura se cuenta con insecticidas, que también son productos químicos sintéticos para el control de plagas. Dicho de otra manera los fertilizantes son productos naturales o sintéticos que se utilizan para devolver sus propiedades a la tierra y obtener mejores cosechas, por lo tanto se podría decir que los fertilizantes contienen nutrientes que al ponerlos en la tierra son absorbidos por las raíces de las plantas, de tal manera son complementos alimenticios para las plantas y así lograr mejores cosechas⁵.

Productos fitosanitarios

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define al producto fitosanitario como la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción o destruir directamente, insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura. Incluye en este ítem los plaguicidas, defoliantes, desecantes y las sustancias reguladoras del crecimiento vegetal o fitorreguladores⁵.

En la India la tercera parte de los agricultores trabajan todo el año para dar de comer a los insectos, los ratones, las bacterias y los hongos, ya que la tercera parte de las cosechas son destruidas al no protegerse suficientemente las cosechas y los productos obtenidos mediante el uso de productos fitosanitarios. Si no fuese por estos productos para controlar las malas hierbas, las plagas y las enfermedades, la tercera parte de los alimentos producidos en el mundo se perdería².

La química moderna está protegiendo y mejorando las cosechas, utilizando insecticidas selectivos que no son perjudiciales ni para el medio ambiente ni para los pájaros o las abejas, los cuales son importantes agentes polarizantes. Debido a su mayor eficiencia y selectividad, hoy día los agricultores sólo necesitan aplicar gramos de productos químicos por cada hectárea en lugar de los kilogramos que utilizaban en el pasado. De esta manera, no sólo se obtienen mejores y mayores cosechas, sino que los productos

llegan a los mercados en mejores condiciones higiénicas. No hace mucho, los “bichos” en los guisantes, eran algo común. Ahora una sola larva en un paquete de guisantes congelados provoca una visita de la Consejería de Sanidad y Consumo. El desarrollo de los productos para la protección de las cosechas requiere mucha especialización, incluyendo la de los químicos, bioquímicos e ingenieros agrónomos, y un gran esfuerzo de investigación y financiero por parte de las empresas.

FARMACIA ANIMAL.

La alimentación del hombre requiere no sólo la obtención de cosechas abundantes y sanas, sino también la protección sanitaria y la alimentación de los animales. Sólo en Europa hay del orden de 280 millones de animales destinados a la alimentación, contando sólo los ganados bovinos, porcino y ovino². La química les protege contra las enfermedades, los parásitos y contribuye a su manutención.



Figura 5. La Medicina veterinaria es la rama de la Medicina que se ocupa de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, trastornos y lesiones en los animales.

Si no se tratara a los animales con fármacos se perdería un 47% del ganado bovino, un 35% del porcino, un 22% del ovino y un 20% del aviar y, en algunos casos, nos expondríamos a que sus enfermedades afectasen a los humanos². Visto así, es importante la química ya que mediante ella se realizan los fármacos necesarios para aplicarse a los animales y estos se han aptos para el consumo humano.

CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS.

La química puede ayudarnos mucho, teniendo en cuenta lo muy variados que son los alimentos y los múltiples requisitos nutritivos, gustativos, estéticos y de procesado que deben reunir, son también bastante diversos los aditivos necesarios, aunque su número es relativamente discreto. Las clases principales de aditivos son: conservantes, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, colorantes, aromatizantes y mejoradores de sus propiedades nutritivas.

Los conservadores dentro de la química nutricional son los aditivos más importantes, de los antes mencionados. Son de suma importancia debido a que protegen a los alimentos contra la acción de hongos y bacterias y preservan al hombre de los efectos tóxicos de las mismas². Dicho de otra manera los conservadores se usan principalmente para producir alimentos más seguros para el consumidor, previniendo la acción de agentes biológicos. Este método nos permite poder consumir alimentos que han sido cosechados y preparados con anterioridad.

La conservación de los productos alimenticios ha permitido al hombre disponer de alimentos desde una cosecha hasta la siguiente. Por lo tanto, la función principal de la conservación es retrasar el deterioro de los alimentos y prevenir alteraciones de su sabor, olor, o aspecto.

Como se puede observar el campo de acción de la química nutricional es muy variado se puede enfocar desde la creación de los alimentos, hasta los fármacos necesarios para que los productos de animal no afecten al consumidor.

LA QUÍMICA ANALÍTICA EN LA QUÍMICA NUTRICIONAL.

La química analítica estudia los métodos y técnicas que se emplean para determinar la composición de la materia. Dado que la composición puede ser definida en función de que o cuanto está presente, así la química analítica puede subdividirse según el tipo de información que se busque en el análisis [6]. El análisis analítico se subdivide en cualitativo y cuantitativo ambos se asemejan en el hecho de que ambos utilizan cualquiera de las propiedades de la especie de interés sean químicas o físicas, que puedan proporcionar la información deseada sea cuestión de detección o valoración [6].

La Química Analítica se aplica en la Industria, la Medicina y todas las Ciencias, como por ejemplo: para la determinación de las concentraciones de Oxígeno y Dióxido de Carbono se determinan todos los días en millones de muestras sanguíneas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, las cantidades de Hidrocarburos, Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono presentes en los gases del escape de motores automovilísticos se miden para evaluar la efectividad de los dispositivos de control de la contaminación atmosférica, las mediciones cuantitativas de Calcio Ionizado en el suero sanguíneo ayudan a diagnosticar las enfermedades de las Glándulas Paratiroides en seres humanos, la determinación cuantitativa de Nitrógeno en los alimentos establece su contenido de proteínas y, por tanto, su valor nutricional, los agricultores modifican sus programas de fertilización e irrigación para satisfacer en cada caso las necesidades variables de las plantas durante su fase de crecimiento, para lo cual evalúan esas necesidades a partir de análisis cuantitativos de las mismas plantas y del suelo donde crecen.

La química nutricional y la nutrición están relacionadas directamente [7]. La nutrición está basada en reacciones y sustancias químicas, y la química nutricional tiene como función determinar cuáles productos alimenticios son los adecuados para su consumo y en conjunto ambas establecen que tan beneficiosos pueden ser para la salud del consumidor [7].

En los últimos años la noción que la industria y el consumidor tenían de los alimentos se ha modificado sustancialmente [7]. Las diversas crisis que arrasaron los mercados alimentarios propiciaron una falta de confianza del consumidor en el funcionamiento de la cadena alimenticia [7].



Figura 6. La **Química Analítica** es una Ciencia de medición basada en un conjunto de ideas que establece el contenido de proteínas de los alimentos y, por tanto, su valor **nutricional**.

La aplicación de nuevas tecnologías, como la modificación genética, únicamente indujo nuevos temores y propicio mayor confusión en el consumidor [7].

Esta tendencia negativa enfocada al consumo de alimentos se incrementaba con la investigación en nutrición y las advertencias de los organismos de salud pública que recomendaban modificar los hábitos dietéticos en la ingesta de macro y micro-nutrientes [7]. Epidemiológicamente una dieta sana y equilibrada se define como la mezcla óptima de compuestos fito-químicos, se reduce el riesgo de contraer una serie de enfermedades crónicas de carácter degenerativo [7].

La investigación en ciencia y tecnología de alimentos ha contribuido positivamente generando cambios en los aspectos tecnológicos necesarios para desarrollar nuevos procesados, y delimitando los beneficios y riesgos de nuevos ingredientes alimentarios, recurriendo a la biomedicina [7]. Para ello ha sido, es y será necesario que la investigación en ciencia de alimentos sea multidisciplinar y con ello capaz de aunar las características químicas, nutricionales y funcionales de los ingredientes de los alimentos para concretar los siguientes elementos:

- El empleo de técnicas de procesado que aseguren el contenido nutricional del alimento modificando su funcionalidad en su sentido tecnológico: procesado y funcionalidad.
- El diseño de alimentos funcionales más que introducir ingredientes funcionales en la dieta por el mero hecho de serlos.
- La evaluación de las características nutricionales y funcionales de los ingredientes alimentarios. Como se ha mencionado existen dos acepciones del término funcional, y que incluyen su significado "tecnológico" y su significado "fisiológico" [7]. Ambas acepciones, junto con la propiedad nutricional surgen a partir de las características químicas de los ingredientes que componen los alimentos,

principalmente por la estructura y presencia de grupos reactivos característicos de dichos componentes [7]. De las características químicas se derivan, el valor nutricional del producto y su atractivo sensorial, y son el origen del concepto de desarrollo, durante y después del procesado del alimento, de cambios tanto convenientes como indeseables [7]. Y posteriormente, cuando dichos ingredientes son ingeridos, éstos participarán en las actividades metabólicas del organismo por las que tienen un valor nutricional determinado, y en ocasiones un beneficio extra del cual se deriva su carácter funcional en el sentido fisiológico [7].

PROCESADO Y FUNCIONALIDAD DE LOS ALIMENTOS.

El concepto de funcionalidad tecnológica implica que a partir de la interacción de los constituyentes en el alimento, interacción propiciada o acentuada por las condiciones de procesado, emergen las características, tanto organolépticas como nutricionales, adecuadas para satisfacer la demanda del consumidor pero también cambios negativos [7]. El análisis y aplicación de la funcionalidad tecnológica hace posible el desarrollo de técnicas que favorezcan los cambios [7]. En la mayoría de los casos la aplicación de las tecnologías afecta principalmente a los componentes esenciales del alimento, modificando entonces la estructura química de micronutrientes como antioxidantes, vitaminas, minerales y compuestos fito-químicos [7]. Nuestra alimentación está caracterizada por el consumo de productos con alto contenido calórico y con productos deficientes en los micronutrientes debido a que la selección de la materia prima sea inadecuada por causa del impacto negativo del procesado [7].

El desarrollo de las tecnologías emergentes hace posible un procesado más suave, descendiendo el empleo de aditivos como en el uso de grasas y azúcares, y promoviendo el uso más acertado de los envasados [7]. Estas expectativas se pueden hacer realidad sin afectar a la estabilidad del producto mediante el desarrollo de las mencionadas técnicas emergentes aplicadas a la estabilidad biológica y química del producto [7]. Durante estos procesados, las características químicas de los componentes de los alimentos, grupos funcionales de mayor o menor reactividad, de carácter electrófilo o nucleófilo, se modifican al interaccionar los distintos constituyentes entre sí [7]. Estas reacciones son generalmente procesos redox como las que afectan a distintos antioxidantes, por las que se transforman los grupos funcionales de la molécula o su estructura cambiando completamente las propiedades originarias que de ellas se derivaban [7]. Entre las reacciones que afectan negativamente a las cualidades organolépticas y nutricionales de los alimentos se describen a las reacciones de auto-oxidación lipídica y las de Maillard [7].

DISEÑO DE ALIMENTOS FUNCIONALES.

Actualmente la industria agroalimentaria elabora la materia prima para la obtención de productos estándar que llegan al consumidor, prestando especial atención a la reducción de costes y aumento de la producción [7]. Para hacer efectiva

la potencial aplicación de las características funcionales de los alimentos es necesario que la industria agroalimentaria modifique su cadena de producción [7]. La nueva cadena de producción agroalimentaria, estará condicionada por la introducción de ingredientes funcionales y la mejora en la calidad, elaborando productos intermedios que se utilizarán posteriormente en la fabricación del alimento final que satisfaga la demanda del consumidor [7].

La estrategia para desarrollar los alimentos funcionales, parte de la evaluación de ingredientes considerando sus propiedades [7].

Y en este punto se puede realizar una primera clasificación de ingredientes funcionales: aquellos presentes, o específicamente adicionados, en los alimentos que producen su efecto fisiológico funcional pero que no muestran características nutricionales, y aquellos en los que ambas características (nutrición y funcionalidad) coexisten [7].



Figura 7. Diseño de un alimento funcional. ¿Qué hace funcional a un alimento? ¿Son efectivos?

EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y FUNCIONALES.

La evaluación de ingredientes con características nutricionales y funcionales se realiza en función de su ingesta, estableciendo un paralelismo entre ambas características y el efecto que producen [7]. Desde el punto de vista nutricional se ha establecido la ingesta recomendada para alcanzar la suficiencia nutricional, evitando los efectos negativos derivados de un consumo deficiente así como los niveles de ingesta máximos tolerables, deducidos a partir de los efectos adversos en la salud que produce un consumo superior. Cuando el ingrediente presenta además propiedades funcionales, lo deseable sería que tanto la suficiencia nutricional como la suficiencia fisiológica coincidieran, obteniendo un máximo beneficio para la salud [7].

La química nutricional y analítica son de suma importancia para el desarrollo y elaboración de nuevos productos, ya que mediante el análisis nutricional se determina el impacto benéfico/toxico de los compuestos empleados para la elaboración de los alimentos y es mediante el análisis químico se determina como está compuesto el producto y las cantidades precisas del componente. Y en conjunto brindan la composición de lo que se consume y en qué cantidades,

a su vez determina el impacto que tendrá sobre la salud. Partiendo de esto se establece que tan bueno o malo es lo que se consume.

CONCLUSIÓN.

La química en sí, es de suma importancia en la vida cotidiana, ya que todo aquello que nos rodea, visible ó invisible implica química. La química nutricional como tal se enfoca a la composición de los alimentos, al proceso de innovación y elaboración de alimentos, así como también tiene variedad de campos de aplicación. Y en conjunto con la química analítica permite determinar que alimentos debemos consumir y el aporte que estos proporcionarían a la salud.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Laura Reynolds. (2011). ¿Qué es la química de la nutrición?. 2016 de eHow sitio web: www.ehowenespanol.com/quimica-nutricion_sobre72872/
- 2.- La química y la alimentación. 2016 química y sociedad sitio web: www.fquim.us.es/Portal/C20/descargas/Uno/Id/T2204/alimentacion.pdf
- 3.- 2011 ¿en que se relaciona la química con la comida? 2016 SlideShare sitio web: es.slidehare.net/aniluchis/cmo-se-

[relaciona-la-comida-con-la-quimica-con-la-comida.](#)

4.- redacción revista universo laboral. El químico farmacéutico una oportunidad como ninguna otra. 2016 Universo Laboral sitio web: www.revistauniversolaboral.com/universo

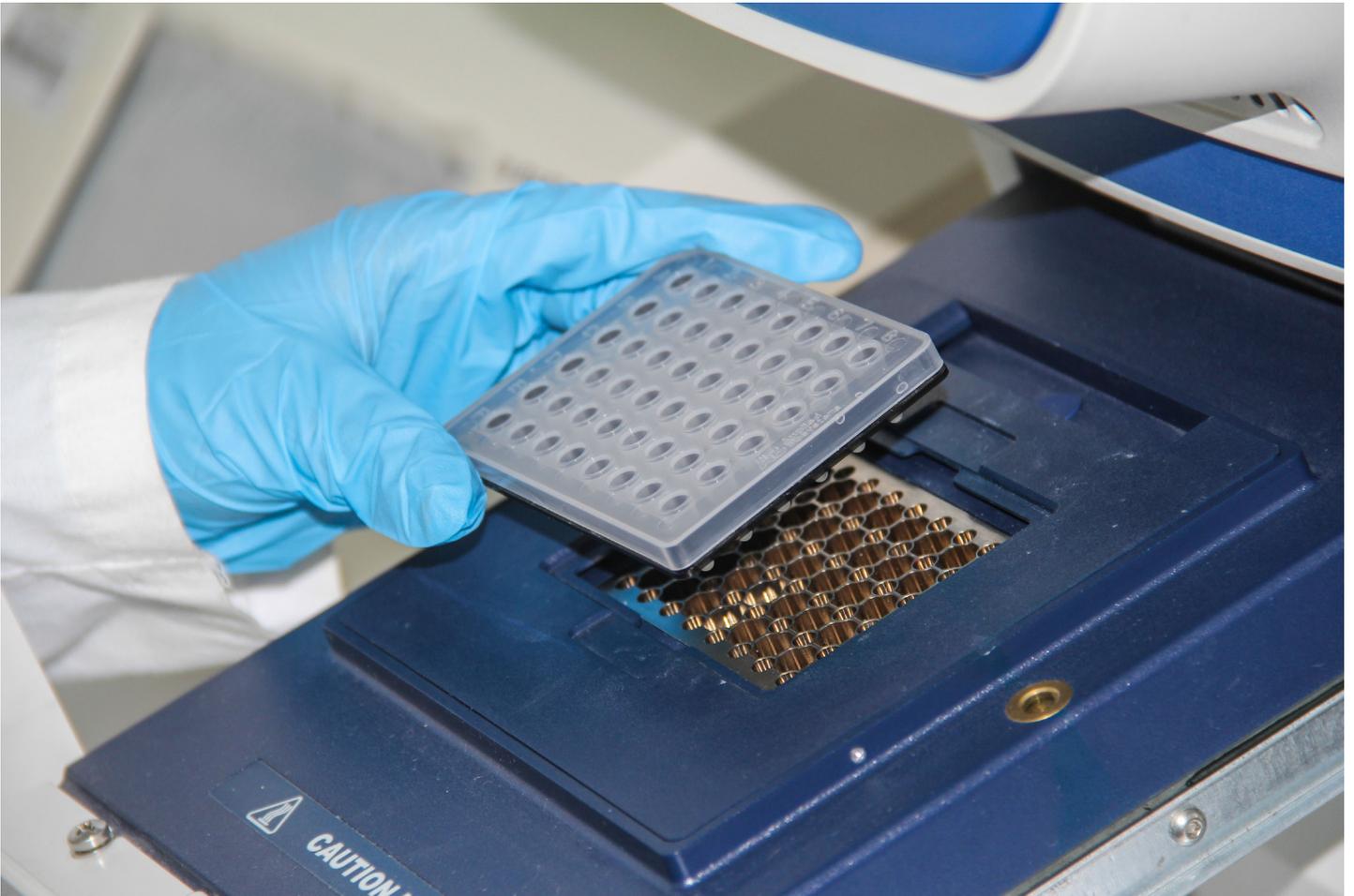
5.- Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. 1993.- Ed.: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, República Argentina. 1167 pp

6.- Skoog A. Douglas and West M. Donald. (1986). Introducción a la química analítica. Barcelona: Reverté S.A., (1).

7.- MOSQUERA MARÍA ISABEL MÍNGUEZ, GÁLVEZ ANTONIO PÉREZ.. (2005). Características químicas nutricionales y funcionales de los alimentos. Junio 06, 2016, de CENTRO DEL CSIC: Instituto de la Grasa Sitio web: http://digital.csic.es/bitstream/10261/5756/1/IG_AGROCSIC_5.pdf

CIENCIAS BIOMÉDICAS

(Salud, Epidemiología)



*Los médicos como la cerveza, mejor cuanto más viejos.
Thomas Fuller (1610-1661) Clérigo y escritor británico.*

USO DEL CUESTIONARIO “FINISH DIABETES PREVENTION STUDY” EN EL MUNICIPIO DE MATEHUALA, SAN LUIS POTOSI, MEXICO

¹Rojas-Mendoza, D.L.A., ¹Terrones-Gurrola, M.C.R., ¹Bautista-Olivares, L.A., ¹Castillo-Camarillo, R., ¹Silva-Cázares, M.B.

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Coordinación Académica de la Región Altiplano. Carr. a Cedral km 5+600 Ejido San José de las Trojes. Matehuala, SLP. CP 78760 México.

email: macrina.silva@uaslp.mx

RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce.

La prevalencia de diabetes mellitus ha alcanzado proporciones epidémicas durante los primeros años del siglo XXI, su prevalencia es de 285 millones personas en el 2010, (2) y para el 2013 se tiene registro de 382 millones de personas en edades de 20 a 79 se diagnosticaron portadoras de diabetes mellitus, de los cuales el 80% vive en los países con mayores condiciones de pobreza, y se prevé que esta cifra aumente a 592 millones para el año 2035. El cuestionario FINDRISC se desarrolló por un grupo finlandés para el Estudio de la Prevención de la Diabetes, por sus siglas en inglés (Finish Diabetes Prevention Study) y estima la probabilidad de desarrollar diabetes tipo 2 en los próximos diez años.

OBJETIVO

Identificar factores de riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo 2 en pacientes del municipio de Matehuala SLP.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la ciudad de Matehuala S.L.P, cada participante firmó un consentimiento informado, y se les aplicó el test FINDRISC para valorar el riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2 en los próximos 10 años. Se elaboró el análisis estadístico con el programa SPSS versión 20 y Excel 2010.

RESULTADOS

El porcentaje más elevado, evaluado por FINDRISC es el de riesgo ligeramente elevado con un 36.54% seguido por un riesgo moderado con un porcentaje de 26.92. Se encontró una asociación positiva de desarrollar DM tipo 2, el IMC y la edad.

CONCLUSIÓN

Se observó un porcentaje elevado en la detección de estos factores. Se sugiere enfatizar en las campañas de estilo de vida saludable para prevenir o retrasar la aparición de esta patología.

PALABRAS CLAVE: Diabetes Mellitus tipo 02, factores de riesgo

USE OF THE QUESTIONNAIRE “FINISH DIABETES PREVENTION STUDY” IN MATEHUALA, SAN LUIS POTOSI, MEXICO

SUMMARY

According to the World Health Organization (WHO) diabetes is a chronic disease that occurs when the pancreas does not produce enough insulin or when the body does not effectively use the insulin it produces.

The prevalence of diabetes mellitus has reached epidemic proportions in the early years of the century, its prevalence is 285 million people in 2010, (2) and for 2013 has record of 382 million people aged 20-79 are They were diagnosed carriers of diabetes mellitus, of which 80% live in countries with higher poverty, and this figure is expected to increase to 592 million by 2035. The FINDRISC questionnaire was developed by a Finnish group for the Study Prevention of diabetes, for its acronym in English (Finish diabetes Prevention Study) and estimates the probability of developing type 2 diabetes in the next ten years.

OBJECTIVE

Identify risk factors for type 2 diabetes mellitus patients Matehuala SLP Mexico.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the city of Matehuala S.L.P, each participant formed an informed consent, and were administered the test FINDRISC to assess the risk of type

2 diabetes in the next 10 years. Statistical analysis using SPSS version 20 and Excel 2010 was developed.

RESULTS

In our study the highest percentage assessed by FINDRISC is slightly elevated risk with 36.54% followed by a moderate risk with a percentage of 26.92. A positive association of developing type 2 diabetes and BMI and age was found.

CONCLUSION

Study, a high percentage was observed in the detection of these factors. It is suggested campaigns emphasize healthy lifestyle to prevent or delay the onset of this disease life.

KEY WORDS: risk factors, diabetes mellitus type 2

INTRODUCCION

Se denomina diabetes a cualquier exceso de glucosa en la excreción de orina, dentro de ella se encuentran la diabetes insípida, caracterizada por un defecto en la hormona antiidiurética; la diabetes frágil, difícil de controlar, y en la que existen oscilaciones inexplicables entre hipoglucemia y acidosis, y la diabetes mellitus, esta última no es una entidad patológica aislada, sino un grupo de trastornos metabólicos cuya característica común es la hiperglucemia (1).

Según la OMS, la diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce, la insulina es una hormona que regula el azúcar en sangre, el efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas especialmente los órganos y los vasos sanguíneos (8).

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica crónica y compleja que se caracteriza por deficiencia absoluta o relativa de insulina, hiperglicemia crónica y otras alteraciones del metabolismo de los carbohidratos y de los lípidos; ello a su vez puede originar múltiples complicaciones microvasculares en los ojos, el riñón y las extremidades inferiores, así como neuropatías periféricas y, frecuentemente, lesiones macrovasculares y coronarias (2).

En julio de 1997 fue publicado el informe final sobre la clasificación y criterios diagnósticos sobre la Diabetes mellitus, que preparó el comité internacional de expertos en diabetes, convocado por la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés), en mayor de 1995. Este comité contó con 20 especialistas, 18 provenientes de USA, tanto de universidades como de los institutos nacionales de salud y la ADA y dos reconocidos expertos del Reino Unido (16).

La nueva clasificación elimina la denominación basada en la terapéutica utilizada hasta el momento: Insulinodependiente (Tipo I) y No Insulinodependiente (Tipo II) y lo sustituye por diabetes Tipo 1 y Tipo 2, con números arábigos y no romanos para evitar confusión (16).

La clasificación de diabetes emitida por la OMS

- Diabetes tipo 1 (también llamada insulinodependiente, juvenil o de inicio en la infancia) se caracteriza por una producción deficiente de insulina y requiere la administración diaria de esta hormona.

- Diabetes tipo 2 (también llamada no insulinodependiente o de inicio en la edad adulta se debe a una utilización ineficaz de la insulina. Este tipo representa el 90% de los casos mundiales y se debe en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física.

- Diabetes gestacional que se caracteriza por hiperglucemia (aumento del azúcar en sangre) que aparece durante el embarazo y alcanza valores que, pese a ser superiores a los normales, son inferiores a los establecidos para diagnosticar una diabetes. Las mujeres con diabetes gestacional corren mayor riesgo de sufrir complicaciones durante el embarazo y el parto, y de padecer diabetes de tipo 2 en el futuro (8).

Cada año, en el mes de enero se publica un segmento de la revista Diabetes Care, que esta asociación difunde (17), en la que se enlistan 4 clasificaciones de diabetes.

- DM tipo 1 (DM1): debida a la destrucción de las células beta y, en general, con déficit absoluto de insulina.

- DM tipo 2 (DM2): debida a un déficit progresivo de secreción de insulina sobre la base de una insulinorresistencia.

- Otros tipos específicos de DM: debidos a otras causas como defectos genéticos en la función de las células beta o en la acción de la insulina, enfermedades del páncreas exocrino (como la fibrosis quística) o inducidas farmacológicamente o químicamente (como ocurre en el tratamiento del VIH/sida o tras trasplante de órganos.

- Diabetes gestacional (DG): DM diagnosticada durante el embarazo; no es una DM claramente manifestada (18).

Factores de riesgo de diabetes

Los factores de riesgo de esta enfermedad dependen del tipo de diabetes, en el caso de la tipo 1, la causa es una acción autoinmune del sistema de defensa del cuerpo que ataca a las células que produce insulina y se presenta en familiares con antecedentes directos. La tipo 2, además del antecedente heredofamiliar, depende de estilos de vida como son el sobrepeso, dieta inadecuada, inactividad física, edad avanzada, hipertensión, etnicidad e intolerancia a la glucosa; además en las mujeres se presenta en aquellas con antecedentes de diabetes gestacional y alimentación deficiente en el embarazo (7).

Edad y sexo

La prevalencia de la diabetes aumenta con la edad. Es inferior al 10% en personas menores de 60 años y entre el 10%-20% entre los 60-79 años de edad. Existe una prevalencia mayor en varones entre 30 y 69 años y en las mujeres mayores de 70 años (22).

Etnia

El estudio Nurses' Health Study concluye que, tras 20 años de seguimiento, que el riesgo de desarrollar diabetes era menor en caucásicos que el resto de razas estudiadas (raza negra, asiáticos, hispanos) (23).

Susceptibilidad genética

La mayoría del riesgo para desarrollar DM se basa en una compleja interacción entre diversos factores poligénicos y ambientales. Un estudio de cohorte concluye que hay un mayor riesgo en DM en descendientes de diabéticos, el riesgo es parecido si es diabética la madre o diabético el padre y mucho mayor cuando los son ambos progenitores (24).

Diabetes gestacional

El riesgo de desarrollar DM 2 es mayor en mujeres con antecedentes de diabetes gestacional (25). La incidencia de desarrollar DM en mujeres con antecedentes de diabetes gestacional era mayor durante los primeros cinco años tras el parto con el aumento más lento a partir de los 10 años (26).

Lactancia materna

Una investigación concluye que podría existir una asociación entre la lactancia materna y la disminución de la incidencia de DM y en el que el efecto beneficioso se produjo a partir de los 11 meses de lactancia (27).

Obesidad

Es el factor de riesgo más importante para desarrollar DM, el riesgo relativo aumenta con un Índice de Masa Corporal (IMC) mayor a 25 (28). Un estudio realizado en población alemana, el mayor riesgo de DM fue en hombre con un alto IMC combinado con altos índices de cintura-cadera (29).

Tipo de dieta

Una dieta con alto consumo de carne roja, carne procesada, lácteos grasos, dulces y postres se asocia con un incremento del riesgo de DM independientemente del IMC, la actividad física, la edad, la historia familia (30).

Productos lácteos: el consumo de productos lácteos bajos en grasa está asociado con un menor riesgo de DM 2, independientemente del IMC (31).

Frutos secos: según un estudio de cohorte con 83,000 mujeres el incremento del consumo de nueces esta inversamente asociado con el riesgo de padecer DM (32).

Café: el consumo a largo plazo de café puede asociarse con un descenso del riesgo de DM (33), un estudio retrospectivo encontró que el riesgo de diabetes era menor para los mayores consumos de café, comparado con no consumidores (34).

Té verde: un estudio japonés de edades entre 40 y 65 años el consumo habitual de té verde (seis o más tazas diarias) se asoció con un menor riesgo de desarrollar diabetes a los cinco años de seguimiento. Estos datos no prueban una relación de

causa-efecto, con lo cual es difícil recomendar un incremento del consumo de té verde como estrategia preventiva (35).

Bebidas azucaradas: un estudio realizado concluye que un consumo de una o más bebidas azucaradas por día (colas, bebidas carbonatadas azucaradas y ponche de frutas) se asocia con un mayor riesgo de sobrepeso y DM (36).

Alcohol: un análisis concluyó que el consumo moderado de alcohol (5-30gr por día) reduce el riesgo de DM, las personas que consumen aproximadamente de una a tres bebidas al día tienen un 33%-56% de reducción del riesgo de diabetes. No se pueden sacar conclusiones entre el consumo elevado de alcohol (> 30g al día) y riesgo de DM (37).

Actividad física

La actividad física moderada (de duración de 40 minutos/día) reduce la incidencia de nuevos casos de DM (38)

Tabaco

Un estudio de Cohorte evaluó la asociación entre el tabaco y el riesgo de DM, tras seguimiento de 21 años concluyó que fumar menos de 20 cigarros por día incrementa 30% el riesgo de presentar DM y fumar más de 20 cigarros diarios incrementa un 65% (39).

Insuficiencia cardiaca

La asociación entre insuficiencia cardiaca y el aumento de riesgo de DM ha sido estudiada en pacientes no diabéticos con enfermedades coronarias (infarto de miocardio y angina estable), en lo que destaca los pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada tienen un mayor riesgo de padecer diabetes (40).

Las cifras epidemiológicas señalan que la diabetes mellitus se mantiene y avanza, a pesar de los esfuerzos de los servicios de salud de los países y las organizaciones antidiabéticas nacionales y regionales que la combaten. (5)

La prevalencia de diabetes mellitus ha alcanzado proporciones epidémicas durante los primeros años del siglo XXI, su prevalencia es de 285 millones personas en el 2010, (5) y para el 2013 se tiene registro de 382 millones de personas en edades de 20 a 79 se diagnosticaron portadoras de diabetes mellitus, de los cuales el 80% vive en los países con mayores condiciones de pobreza (6), y se estima que esta cifra aumente a 592 millones para el año 2035. Sin embargo, con 175 millones de casos no diagnosticados actualmente, una gran cantidad de personas con diabetes van a desarrollar progresivamente complicaciones de las que no son conscientes (7).

La OMS dice cada año fallecen al menos 2.8 millones de personas por obesidad y sobrepeso, 44% de la carga de diabetes, 23% de cardiopatías isquémicas y entre 7% y 41% por un cáncer atribuible a la misma (8).

El gasto sanitario mundial para tratar la diabetes y prevenir complicaciones totalizo al menos 548.000 millones de USD en 2013. Para el 2035 se prevé que este número supere los 627.000

millones de USD. Expresado en dólares internacionales (ID), que corrige la diferencia en el poder adquisitivo, el gasto sanitario mundial por diabetes se estima como mínimo en 518.00 millones de ID en 2013 y 678.000 millones de ID en 2035. En 2013 se gastaron un promedio estimado de 1.437 USD (1,522 ID) por persona con diabetes a nivel mundial en el tratamiento y control de la enfermedad (7).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) informó que para el año 2011, el número de personas con DM en América latina fue de 62.8 millones y se espera que alcance los 91.1 millones para el año 2030 (41).

México ocupa el segundo lugar precedido por USA, con 24,4 millones de personas con diabetes. Le siguen Canadá y Haití (7).

En México en el año 2012 se reportaron 418, 797 pacientes diagnosticados con diabetes (0.4% de la población mexicana) y el 59% de los casos fueron del sexo femenino (9). Las instituciones de salud invierten hasta el 15% de sus recursos en atención a la diabetes (10), los costos de atención por paciente van desde 700 hasta 3200 dólares anuales (11).

La prevalencia de diabetes a partir de los 50 años hasta los 70 y más ha ido aumentando, en comparación con estudios del año 2000 y 2006, comparándolo con encuestas realizadas en el año 2012 (12).

En 2011, en México por cada 100 mil personas que mueren, 70 fallecieron por diabetes, las tasa de muerte por estado más altas se ubican en el Distrito Federal (99.57 por cada 100 mil personas), Veracruz (84.35 por cada 100 mil personas) y Puebla (81.57 por cada 100 mil personas) (10).

De acuerdo a la Federación internacional de diabetes (FID) en 2011 murieron 4.8 millones de personas a consecuencia de diabetes y la mitad tenía menos de 60 años de edad, (7) por su parte la Organización Panamericana de la salud señala que esta enfermedad se encuentra entre las principales causas de muerte y discapacidad en la región de América (42). La mortalidad por diabetes tipo 1, es muy baja, solamente 2 por cada 100 defunciones, tanto en hombre como para mujeres. Acorde con la diabetes tipo 2 de cada 100 hombres que fallecieron por diabetes 61 tenían tipo 2 y en tanto a mujeres fueron 62 por cada 100 defunciones (10).

Epidemiología a nivel estatal

El estado de San Luis Potosí se encuentra dentro de los 7 estados con una alta prevalencia, en los primeros lugares se encuentran el Distrito Federal, Nuevo León, Veracruz, Estado de México, Tamaulipas, Durango y San Luis Potosí. Y la población con sobrepeso y obesidad el grupo de edad con predominio es el de adultos con un 62.5% en adultos (12).

Cuestionario FINDRISC

Como se ha mencionado la diabetes se ha convertido en uno de los más graves problemas sanitarios de nuestro tiempo (13). Numerosos estudios han demostrado que es posible reducir la incidencia de diabetes mellitus tipo 2, con programas basados en los cambios en los estilos de vida o

con fármacos. Los programas de prevención requieren algún procedimiento para seleccionar los sujetos con un mayor riesgo de desarrollar diabetes. Diferentes herramientas han sido diseñadas con este objetivo, el Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) es uno de ellos (14).

El cuestionario FINDRISC se desarrolló por un grupo finlandés para el Estudio de la Prevención de la Diabetes, por sus siglas en inglés (Finish Diabetes Prevention Study), a través de la información obtenida del seguimiento durante 10 años de un estudio de cohorte de personas entre 25-64 años que no estaban recibiendo ningún tipo de tratamiento farmacológico para diabetes (47) se compone de ocho preguntas con puntuaciones predeterminadas y estima la probabilidad de desarrollar diabetes tipo 2 en los próximos diez años, ha sido traducida y adaptada a otras poblaciones europeas, americanas y asiáticas, relacionando su puntuación con los niveles de hemoglobina glucosilada (48).

Consiste en un sencillo cuestionario de fácil manejo que puedes ser incluso auto-administrado, recoge información sobre edad, IMC, circunferencia de cintura, tratamiento antihipertensivo, historia de hiperglucemias, actividad física y consumo de frutas y verduras. Dependiendo de la puntuación obtenida se considera bajo, moderado, alto, o muy alto riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 en los siguientes 10 años. Consta de 5 categorías para puntuación final, menor de 7 puntos es un riesgo bajo, y el riesgo para desarrollar diabetes es 1 de cada 100 personas, el puntaje de 7-11 es un riesgo ligeramente elevado y se estima que 1 de cada 25 personas tienen el riesgo de desarrollar diabetes, de 12-14 puntos es riesgo moderado y se estima el riesgo en 1 de cada 6 personas desarrollaran la enfermedad, de 15-20 puntos se describe como un riesgo elevado y 1 de cada 3 personas desarrollaran diabetes en los próximos 10 años y más de 20 puntos se estima en un riesgo muy elevado en el que 1 de cada 2 personas padecerá diabetes en un transcurso de 10 años. (53)

El objetivo de este estudio fue identificar factores de riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo 2 en pacientes de una región norte centro del país con el cuestionario FINDRISC.

MATERIAL Y METODOS

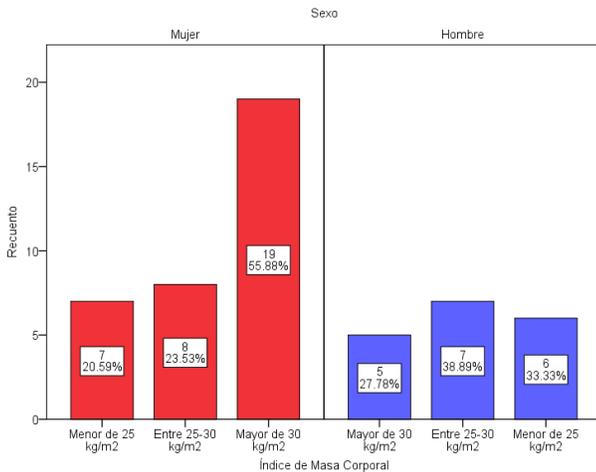
El reclutamiento de los participantes para el estudio se realizó en la "Clínica del Cuidado" ubicado en la ciudad de Matehuala S.L.P. en el periodo de Enero a Abril de 2016. Se aplicó la encuesta a 52 pacientes de manera voluntaria y que cumplieran con los requisitos de inclusión (mexicano (a), mayor de 30 años, sin diagnóstico de DM de ningún tipo). Cada participante firmó un consentimiento informado y se les aplicó el test para valorar el riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2 en los próximos 10 años llamado Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC). Para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) se utilizó la fórmula de peso (kg) sobre estatura (cm) al cuadrado. El programa estadístico que se utilizó para su análisis fue el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 20.

RESULTADOS

El número de personas por sexo, el 65.38% son mujeres que es equivalente a 34 participantes del sexo femenino y el 34.62% son del sexo masculino, esto es igual a 18 participantes, el cual arroja un total de 52 participantes.

En lo que se refiere a la edad, fue de 45 años existen 17 mujeres y 11 hombres, de 45 a 54 hay 13 mujeres y 5 hombres, de 55 a 64 hay 3 mujeres y 2 hombres y más de 64 años existe solo un participante de sexo femenino.

Sexo relacionada con el índice de Masa Corporal



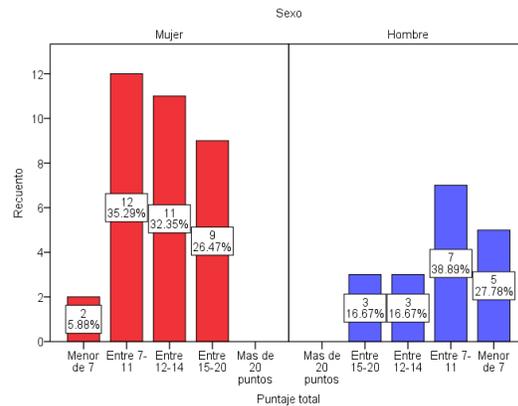
Gráfica 01.- Sexo relacionado con el Índice de Masa Corporal

La grafica 01 contiene datos de índice de masa corporal y en la Gráfica 3.1 relacionado sexo, según datos del cuestionario FINDRISC, en este se incluyen 3 categorías; menor de 25 kg/m² y en esta categoría existen 7 mujeres y 6 hombres, la segunda categoría de 25 a 30 kg/m² hay 8 mujeres y 7 hombres siendo está el de mayor porcentaje en el sexo masculino, y por ultimo mayor de 30 km/m² en donde se registró un total de 19 mujeres y 5 hombres, siendo la categoría con más participantes y con el porcentaje más elevado de mujeres.

Se observó el perímetro de cintura medido por debajo de las costillas, el criterio incluye 3 clases: de las 34 participantes encuestadas, 7 tienen un perímetro de cintura menor de 80 centímetros, 10 participantes tienen un perímetro entre 80-88 cm de cintura y el mayor porcentaje de participantes tiene más de 88 centímetros de cintura y corresponde a 17 participantes.

De los participantes encuestados que consumían frutas y/o verduras y en relación con el sexo; 19 mujeres y 12 hombres respondieron no comer frutas o verduras todos los días, ocupando en los dos sexos en mayor porcentaje, respectivo a comer frutas o verduras todas los días existen 15 mujeres y 6 hombres.

Sexo relacionado con el puntaje total



Gráfica 02.- Sexo relacionado con el puntaje total de FINSDRISC

Se podrá observar el puntaje total que arroja la escala FINDRISC y en la Grafica 02 en relación al sexo, esta comprende 5 categorías; menor de 7 puntos en el que se encuentran 2 mujeres y 5 hombres los cuales 1 de cada 100 desarrollara diabetes tipo 2 en los próximos 10 años, entre 7 y 11 puntos en el que hay 12 mujeres y 7 hombres, ocupando el mayor porcentaje de ambos, y tienen un riesgo ligeramente elevado y 1 de cada 25 personas desarrollara diabetes tipo 2 en los próximos 10 años, entre 12 y 14 puntos y existen 11 mujeres y 3 hombres y se encuentran en riesgo moderado y 1 de cada 6 desarrollara diabetes tipo 2 en los próximos 10 años, entre 15 y 20 puntos se podrá observar 9 mujeres y 3 hombres con riesgo elevado y 1 de cada 3 personas desarrollara diabetes tipo 2 en los próximos 10 años y en último lugar más de 20 puntos en el que no existe un participante con este riesgo, es un riesgo muy elevado y 1 de cada 2 personas desarrollara diabetes tipo 2 en los próximos 10 años.

	Índice de Masa Corporal	Riesgo de padecer DM2
Índice de Masa Corporal	Pearson Correlation	1
	Sig (2-tailed)	.000
	N	52
Riesgo de padecer DM2	Pearson Correlation	0.648
	Sign (2-tailed)	.000
	N	52

Tabla 01.- Coeficiente de Correlación de Pearson entre Índice de Masa Corporal y el Riesgo de padecer DM2

En cuanto a la relación entre el IMC y el riesgo de DM2, en la tabla 01 se expone el valor del Coeficiente de Correlación de Pearson al estudiar esta relación. Este coeficiente asciende a 0.648, lo que indica una relación positiva y estadísticamente significativa, que cuanto mayor es el IMC mayor es el riesgo de padecer DM2

		Edad	Riesgo de padecer DM2
Edad	Pearson Correlation	1	0.607
	Sig (2-tailed)		.000
	N	52	52
Riesgo de padecer DM2	Pearson Correlation	0.607	1
	Sig (2-tailed)	.000	
	N	52	52

Tabla 02.- Coeficiente de Correlación de Pearson entre Edad y Riesgo de padecer DM2

Del mismo modo, al explorar la relación entre la edad y el riesgo de padecer DM2 mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson en la tabla 02, se obtuvo un valor de 0.607, lo cual confirma la correlación positiva y estadísticamente significativa entre estas dos variables.

DISCUSION

De acuerdo a resultados obtenidos se observa que los participantes encuestados a los cuales se le aplicó la escala FINDRISC, la cual valora el riesgo para desarrollar diabetes tipo 2, existe una prevalencia del sexo femenino, lo cual es parecido al estudio realizado por Federico Soriguier, y cols (2012) en la validación del cuestionario FINDRISC en España tanto en la primera como en la segunda fase en donde existe un predominio del sexo femenino.

El índice masa corporal de mayor prevalencia en los hombres es el rubro que marca la encuesta FINDRISC, que es entre 25 kg/m² y 30 kg/m² que encuentra similitud con el estudio realizado por Sergio Andrés Ochoa-Orozco, y cols (2010) en el que 39 participantes del sexo masculino se encuentran en IMC mayor a 25 kg/m². Un punto importante a mencionar es el de IMC relacionado a mujeres en el que se obtiene un mayor porcentaje de mujeres en el ítem mayor a 30 kg/m².

En otro estudio realizado para valorar estilos de vida con el instrumento FINDRISC, Rodríguez Ruiz, y cols (2013) en el que se evaluarán a 49 participantes en los que predominaba el sexo femenino y el perímetro de cintura eleva el riesgo en mujeres lo que guarda una similitud con los resultados del presente estudio en el que existe un mayor porcentaje de mujeres con el perímetro de cintura en más de 88 centímetros.

En relación con los participantes y la realización física, un estudio realizado en Cuba para conocer el riesgo de diabetes realizado por Adrián Naranjo, y cols (2013) se encuestaron a 620 personas de las cuales 411 (66.3%) manifestaron no realizar actividad física por lo que guarda una relación con este estudio ya que 28 (53.8%) de los 52 participantes no realizan actividad física por 30 minutos.

En relación al consumo de frutas y/o verduras un estudio realizado en Cuba existe un porcentaje elevado en el cual los participantes no consumen diario verduras y/o frutas con un porcentaje de un 86.1% (51), lo que está acorde con los resultados del presente estudio en el que se encuentra un

porcentaje de un 59.61% de los participantes encuestados los cuales no consumen todos los días frutas y/o verduras.

En la validación del instrumento FINDRISC en la localidad de Pizarra (Málaga), en donde se le realizó la entrevista a 652 participantes en la que el 66.4% de los participantes no ingiere algún tipo de medicamento para llevar un control de presión arterial (50), estos resultados guardan una similitud con el estudio realizado, en el que uno 84.6% de los participantes no toma algún medicamento para controlar presión arterial.

De los 52 participantes encuestados solo un pequeño porcentaje (17.3%) se le ha detectado niveles de glucosa altos en algún control médico, lo cual está acorde con los resultados del estudio realizado en Ecuador, en la ciudad de Cuenca en donde de 49 test realizados solo 7 participantes (14.3%) manifestaron haberseles detectado niveles de glucosa altos. (52)

De acuerdo a la comparación de resultados en los estudios de la validación de la presente escala en España y un estudio en Cuba para medir factores de riesgo para padecer diabetes, en lo que respecta a antecedentes familiares para desarrollar diabetes, se encuentra que los dos tienen similitud ya que en el primero el 66.9% y el 82.3% respectivamente, de las poblaciones encuestadas no tienen antecedentes familiares para padecer diabetes (50), lo que en este estudio, arroja un dato importante ya que el mayor porcentaje (55.7%) corresponde a personas con antecedentes para desarrollar diabetes y por familiares de primer nivel como padres, hermanos o hijos.

En relación al puntaje final arrojado por la escala FINDRISC que cuenta con 5 escalas de medición, menor de 7 puntos (riesgo bajo), entre 7-11 puntos (riesgo ligeramente elevado), entre 12-14 puntos (riesgo moderado), entre 15-20 puntos (riesgo elevado) y mayor de 20 puntos (riesgo muy alto), en el presente estudio arroja que la población con mayor porcentaje tiene un riesgo ligeramente elevado con un 36.5% mientras que la más baja fue de un riesgo muy alto en la que no se encontraron participantes con ese puntaje, estos resultados guardan estrecha relación con el estudio realizado en la ciudad de Cuenca en Ecuador en la que el mismo riesgo tuvo prevalencia con un 40.8%. (52)

CONCLUSION

Se concluye que en la región norte centro de México, donde se llevó a cabo este estudio, presento un 23.08% de un riesgo elevado de padecer DM2.

Una estrategia de prevención es el Test de FINDRISC, es una herramienta de cribado no invasiva, fácil de usar y fiable.

Se sugiere enfatizar en las campañas de estilo de vida saludable para prevenir o retrasar la aparición de esta patología.

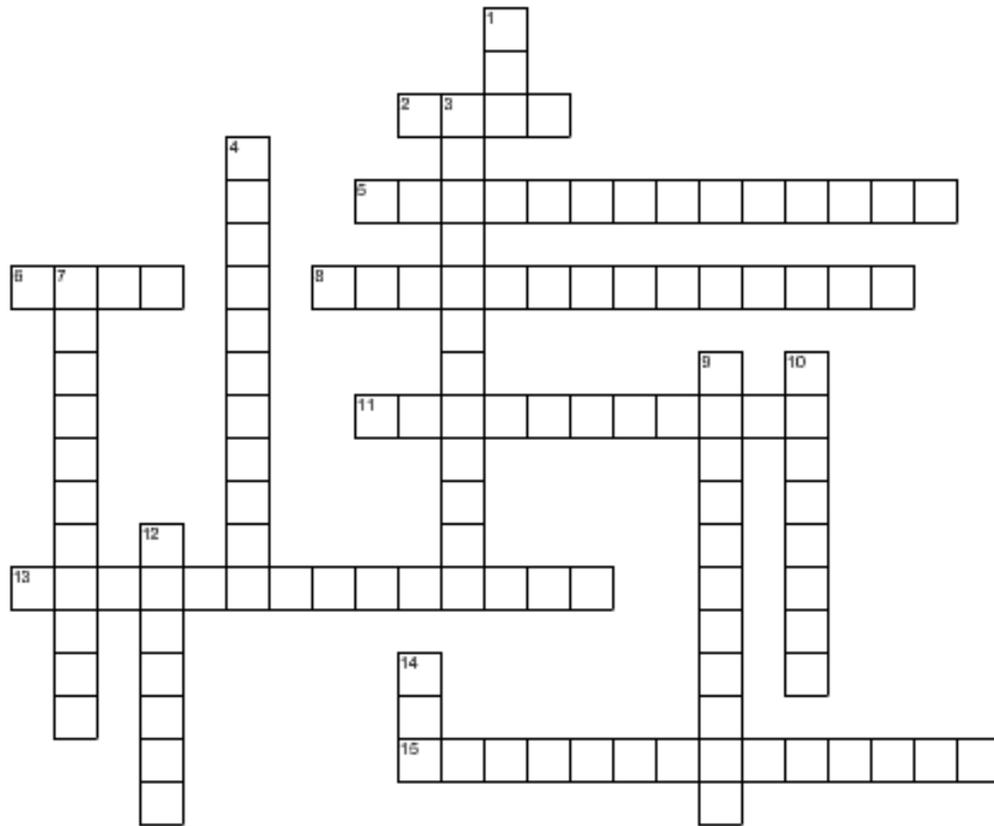
BILIOGRAFIA

1. Sanz-Sánchez, I, Bascones-Martínez, A. (2009). Diabetes mellitus: Su implicación en la patología oral y

- periodontal. *Avances en odontoestomatología*, 25 p. 249-263.
2. López-Antuñano, Salvador, López-Antuñano, Francisco. (1998). Diabetes mellitus y lesiones de la piel. *Salud pública Méx*, 40 p. 281-292.
 3. Rojas de P, Elizabeth, Molina, Rusty, Rodríguez, Cruz. (2012). Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10 p. 7-12
 4. Sánchez- Rivero, German. (2007). Historia de la diabetes. *Gaceta Medica Boliviana*, 30 p. 74-78.
 5. Camejo, Manuel, García, Ana, Rodríguez, Eva, Carrizales-E., María, Chique, José. (2012). Visión epidemiológica de la diabetes mellitus. Situación en Venezuela. Registro epidemiológico y propuesta de registro. Programas de detección precoz. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10 p. 2-6.
 6. Mora-Morales, Eric. (2014). Estado actual de la diabetes mellitus en el mundo. *Acta Médica Costarricense*, 56 p. 44-46.
 7. Federación Internacional de Diabetes. <http://www.idf.org/> (2015)
 8. Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/es/> (2016).
 9. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Base de datos del Sistema de Notificación Semanal SUAVE (2012).
 10. Instituto Nacional De Estadística Y Geografía. (2011).
 11. Hernández-Ávila, Mauricio, Gutiérrez, Juan, Reynoso-Noveron, Nancy. (2013). Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publica de México*, 55 p. 129-136.
 12. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2012).
 13. Soriguer, Federico, Valdés, Sergio, Tapia, María, Esteba, Isabel, Ruiz, María, Cruz-Almaraz, María. (2012). Validación del FINDRISC (Finnish Diabetes Risk SCORE) para la predicción del riesgo de diabetes tipo 2 en una población del sur de España. *Estudio Pizarra. Medicina Clinica*, 138 p. 371-376.
 14. Yamaoka K, Tango T. (2005). Efficacy of lifestyle education to prevent type 2 diabetes: A Meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care*, 28 p. 2780.
 15. Martínez-Cortes, Gil-Montalbán, E, Zorrilla-Torras, B. (2007). Protocolo de estudio de prevalencia de diabetes mellitus y riesgo cardiovascular. p. 1-113.
 16. López-Stewart, Gloria. (1998). Nueva clasificación y criterios diagnósticos de la diabetes mellitus. *Revista Médica de Chile*. 126 p. 833-837.
 17. Iglesias-González, Rosario, Barutell-Rubio, Lourdes, Artola-Menéndez, Sara, Serrano-Martín, Rosario. (2014) Resumen de las recomendaciones de la American Diabetes Association (ADA) 2014 para la práctica clínica en el manejo de la diabetes mellitus. *Diabetes Práctica*. 5 p. 1-24.
 18. American Diabetes Association. (2014). <http://www.diabetes.org>
 19. Benzádon, Mariano, Forti, Luján, Sinay, Isaac. (2014). Actualización en el diagnóstico de la diabetes. *Medicina (Buenos Aires)*. 74.
 20. Álvarez-Seijas, Eduardo, Gonzales-Calero, Teresa, Cabrera-Rode, Eduardo, Conesa-González, Ana, Perlá-Sardiñas, Judith, González-Polanco, Elis. (2009). Algunos aspectos de actualidad sobre la hemoglobina glucosilada y sus aplicaciones. *Revista Cubana de Endocrinología*, 20 p. 141-151.
 21. Hanco-Zirena, Iván, Yerba-Coanqui, Andree, Calsin-Ticona, Alexander, Quispe-Juli, Cender, Dueñas-Castillo, Jose, (2011). Estudio de tolerancia oral a la glucosa en residentes de extrema altura, La Rinconada Puno, Perú. *Acta Medica Peruana*, 28 p. 217-220.
 22. Age and sex specific prevalences of diabetes and impaired glucose regulation in 13 European cohorts. (2003). *Diabetes Care*, 26 p. 61-9.
 23. Shai, R, Jiang, J, Manson, M, Stampfer, W, Willett, G, Colditz. (2006). Ethnicity, obesity, and risk of type 2 diabetes in women: a 20 year follow up study 17. *Diabetes Care*, 29 p. 1585-90.
 24. Meigs, L, Cupples, P, Wilson. (2000). Parental transmission of type 2 diabetes: the Framingham Offspring Study. *Diabetes*. 49 p. 2201-2210.
 25. E, Ryan, S, Imes, D, Liu, R, McManus, D, Finegood, K, Polonsky. (1995). Defects in insulin secretion and action in women with a history of gestational diabetes. *Diabetes*, 44 p. 506-512.
 26. Kim, K, Newton, R, Knopp. (2002). Gestational diabetes and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*, 25 p 1862-1868.
 27. Stuebe, J, Rich-Edwards, W, Willett, J, Manson, K, Michels KB. (2005) Duration of lactation and incidence of type 2 diabetes. *JAMA*, 294 p 2601-2610.
 28. Hu, J, Manson, M, Stampfer, G, Colditz, S, Liu, C, Solomon. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med*, 345 p 790-797.
 29. Meisinger, A, Doring, B, Thorand, M, Heier, H, Lowel. (2006). Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences between men and women The MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Am J Clin Nutr*, 84 p 483-489
 30. Van Dam, E, Rimm, W, Willett, M, Stampfer, F, Hu.

- (2002). Dietary patterns and risk for type 2 diabetes mellitus in U.S. men. *Ann Intern Med.* 136 p 201-209.
31. Song, J, Manson, J, Buring, S, Liu S. (2004). A prospective study of red meat consumption and type 2 diabetes in middle-aged and elderly women: the women's health study. *Diabetes Care*, 27:2108-2115.
 32. Jiang, J, Manson, M, Stampfer, S, Liu, W, Willett, F, Hu. (2002). Nut and peanut butter consumption and risk of type 2 diabetes in women. *JAMA*, 288 p 2554-2560.
 33. Dam, F, Hu. (2005). Coffee consumption and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *JAMA*, 294 p 97-104.
 34. Dam, W, Willett, J, Manson, F, Hu. (2006). Coffee, caffeine, and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study in younger and middle-aged U.S. women. *Diabetes Care*, 29 p 398-403.
 35. Iso, C, Date, K, Wakai, M, Fukui, A, Tamakoshi. (2006). The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults. *Ann Intern Med*, 144 p 554-562.
 36. Schulze, J, Manson, D, Ludwig, G, Colditz, M, Stampfer, W, Willett. (2004). Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA*, 292 p 927-934.
 37. Howard, J, Arnsten, M, Gourevitch. (2004). Effect of alcohol consumption on diabetes mellitus: a systematic review. *Ann Intern Med*, 140 p211-219.
 38. Helmrich, R, Ragland, R, Leung, R, Paffenbarger. (1991). Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, 325 p147-152.
 39. Patja, P, Jousilahti, G, Hu, T, Valle, Q, Qiao, J, Tuomilehto. (2005). Effects of smoking, obesity and physical activity on the risk of type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *J Intern Med*, 258 p356-362.
 40. Tenenbaum, M, Motro, E, Fisman, J, Leor, D, Freimark, V, Boyko. (2003). Functional class in patients with heart failure is associated with the development of diabetes. *American Journal Med*, 114 p271-275.
 41. Boletín epidemiológico. "Diabetes Mellitus tipo 2" http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/infoepid/bol_diabetes.html (2014)
 42. Organización Panamericana de la Salud. "Las enfermedades no transmisibles causan 16 millones de muertes prematuras cada año" http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10366%3A2015-ncds-16-million-lives-who-urges-more-action&catid=1443%3Aweb-bulletins&Itemid=135&lang=es 19 de Enero de 2015. Ginebra.
 43. N, Stone, J, Robinson, A, Lichtenstein, C, Merz, C, Blum, R, Eckel RH. (2013). "Guideline on the Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines".
 44. B, Ismail, E, Moghissi, M, Tiktin, I, Hirsch, S, Inzucchi, S, Genuth. (2011). "Individualizing glycemic targets in type 2 diabetes mellitus: implications of recent clinical trials." *Ann Intern Med*, 154 p554-559.
 45. Torres, Alfredo. (2002). Nefropatía Diabética. Hospital General Dr. Manuel Gea González, 5 p 24-32.
 46. Ministerio de salud. Guía clínica Retinopatía Diabética. (2006).
 47. Martínez, M, Gil, E, Zorrilla, B. (2007). Protocolo de estudio de prevalencia de diabetes mellitus y riesgo cardiovascular en población adulta de la comunidad de Madrid. PREIMERC.
 48. Fornos, José, Rodríguez, Floro, Iglesias, Carlos, Acuña, Adrián, Costas, Damián, Mera, Roció. (2013). Detección de pacientes con riesgo de desarrollar diabetes en farmacias comunitarias de Pontevedra. *Farmacéuticos Comunitarios*, 5 p 141-146.
 49. Secretaria de Salud. "La Diabetes y sus complicaciones" <http://www.gob.mx/salud/articulos/la-diabetes-y-sus-complicaciones>. 14 de Noviembre de 2015.
 50. Soriguer, Federico, Valdés, Sergio, Tapia, María, Esteva, Isabel, Ruiz, María, Almaraz, María. (2012). Validación del FINDRISC (Finnish Diabetes Risk SCORE) para la predicción del riesgo de diabetes tipo 2 en una población del sur de España. *Estudio Pizarra. Medicina clínica*. 138 p 371-376.
 51. Naranjo, Adrian, Rodríguez, Ángel, Llera, Rosa, Aroche, Ronald. (2013). Diabetes Risk in a Cuban Primary Care Setting in Persons with No Known Glucose Abnormalities. *MEDICC Review*. 15 p 16-19.
 52. G, Rodríguez, M, González, B, Martín, M, Nieto, R, Larrey. (2013). Cribado oportunista mediante test de Findrisc. Importancia de los estilos de vida. *Revista clínica de medicina de familia*. 6 p 67-97.

Fosforilacion oxidativa



Horizontal

Vertical

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 2. La forma reducida de NAD 5. Gano el premio Nobel de Quimica en 1978 6. Siglas de ionoforo 8. Conjuntos organizados de enzimas que interactuan entre ellos 11. Inhibe la produccion de ATP en la mitocondria 13. Purifico y caracterizo los complejos de la cadena transportadora de electrones 15. Compuesto que se forma en condiciones fisiologicas y actua como segundo mensajero | <ul style="list-style-type: none"> 1. Cofactor adosado al complejo II 3. Demostro que la coenzima NADH esta involucrada en vias metabolicas 4. Proceso que libera energia 7. Organelo celular en plantas donde se sintetiza ATP 9. Organelo celular en mamiferos que lleva a cabo la fosforilacion oxidativa 10. Inhibidor competitivo de la succinato deshidrogenasa 12. Complejo III lo lleva a cabo en dos pasos 14. Siglas que indican peso molecular de complejos proteicos |
|---|--|

MICROBIOLOGÍA

(Veterinaria, fitopatógica, humana)



Si quieres ser sabio, aprende a interrogar razonablemente, a escuchar con atención, a responder serenamente y a callar cuando no tengas nada que decir.

Johann Kaspar Lavater (1741-1801) Filósofo, poeta y teólogo suizo.

¿Qué factores afectan la eficacia de las vacunas contra la viruela aviar?

¹Valdez Solana MA., ¹Flores Pruneda RE., ¹Reyes Moreno KG., ¹Martínez González M., ¹Sierra Campos E.

Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio, Dgo. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 S/N Fracc. Filadelfia. CP 35018. Tel.

email: ericksier@gmail.com; valdezandyval@gmail.com

Introducción

La viruela aviar es una infección común de las aves causada por el virus de la familia Poxviridae, conocido generalmente como Poxvirus o Virus de la Viruela Aviar (AVP), es un virus de DNA que se replica y madura dentro de las células infectadas. Esta infección es ampliamente contagiosa entre las aves y se ha comprobado que puede afectar a distintas especies en diferentes hábitats ya sean aves de cautiverio o silvestres, como aves acuáticas, marinas, de caza, canoras entre otras y según estadísticas gubernamentales las aves inmaduras o jóvenes son las más propensas a infectarse con poxvirus.

El genoma del AVP no es segmentado y está conformado por una molécula de DNA de doble cadena lineal de 130-260 kb y contiene las enzimas para su replicación, presenta una cápside que lo protege del exterior, y tiene un tamaño de entre 140-260 nm.

Este virus es el más estudiado debido a que las pérdidas económicas asociadas a la infección trae como consecuencia la disminución en la producción de huevos, tasa de crecimiento baja y el aumento en la mortalidad de aves de corral y de aves exóticas que se traduce como un factor limitante de reproducción en aves en peligro de extinción.

Se ha considerado a la viruela aviar como una enfermedad media a severa ya que ha sido reportada mundialmente y posee hasta 25 cepas diferentes. La prevalencia actualmente radica en que se han reportado infecciones por el virus en 200 especies de aves, además actualmente se han identificado 13 genotipos de avipoxivirus alrededor del mundo y cada genotipo varía en virulencia y especificidad del hospedador.

En México, el principal genotipo de importancia comercial es el poxvirus de ave de corral. Sin embargo, en los principales aviarios del país se comienza a considerar otro genotipo conocido como el poxvirus canario (CAPV) que afecta principalmente a canarios, gorriónes

y pinzones además de algunos otros passeriformes, el cual ha provocado el 100% de mortalidad en diversos aviarios en otras partes del mundo (Shivaprasad, 2009). Por esta razón, los propietarios de este tipo de aves se cuestionan sobre la posibilidad de utilizar vacunas que se recomiendan para la protección contra CAPV en pollos de granja.

CAPV se utiliza para desarrollar vectores virales recombinantes para la expresión *in vivo* de antígenos derivados de patógenos de mamífero (Weli y Tryland., 2011), los cuales son utilizados como vacunas veterinarias comerciales debido a que los vectores basados en CAPV inducen una excelente respuesta inmunitaria protectora con perfiles de seguridad favorables debido a que estos no se pueden replicar en los animales vacunados (Weli y Tryland, 2011). Sin embargo, a pesar del éxito que se tiene de su uso como vectores virales para mamífero, pocos estudios han sido realizados sobre la eficacia de estos vectores recombinantes como una vacuna candidato para aves en general (Bublott y cols., 2010). Además se desconoce muchas veces el tipo de vector que se utiliza en las vacunas comerciales para pollos y si estas son efectivas en otras especies de aves. Por tanto, para contestar la pregunta inicial debemos entender; 1) ¿qué es el virus de la viruela aviar?; 2) ¿cómo se transmite?; 3) ¿cómo se diagnostica y previene?; 4) ¿qué vacunas existen? y 5) ¿cómo se valora su eficacia?

Transmisión y tipos de viruela

Los mecanismos de transmisión del virus constan del contacto directo con superficies contaminadas como abrevaderos, jaulas y comida además de transmitirse entre las mismas aves. Los insectos que actúan como vectores tales como mosquitos, ácaros o moscas comprometen las defensas del hospedero ya que por una picadura o mordedura facilitan la infección.

Existen tres formas de la infección que se distinguen en: *cutánea seca*, que es la más común entre aves e infecta principalmente a aves rapaces y psitácidos. Los síntomas

característicos son el desarrollo de nódulos en zonas sin plumas como piernas, narices, pico y alrededor de los ojos. Los nódulos evolucionan en pústulas que al reventarse se pueden infectar con bacterias u hongos. Las lesiones oculares pueden permanecer durante 6 semanas o más y presentar inflamación de la córnea y cataratas. Mientras que la forma *diftérica o húmeda* afecta a passeriformes y loros y sus síntomas suelen ser conjuntivitis, lesiones en el interior de la boca y lengua además de extenderse hasta el esófago. El ave puede presentar dificultad para comer y beber, lesiones alrededor de los ojos que pueden causar úlceras corneales graves y daño permanente al ojo. Finalmente la forma *septicémica* afecta a canarios y pinzones, los signos clínicos pueden aparecer repentinamente como pérdida de plumas, inapetencia y letargo además de desarrollar neumonía con cianosis. La muerte suele llegar en dos o tres días únicamente en la forma septicémica.

Diagnóstico y prevención de la viruela aviar

En caso de que se tenga la sospecha de un brote de viruela aviar el diagnóstico se da por un examen macro y microscópico de luz para observar lesiones con presencia de cuerpos de inclusión citoplasmáticos, pruebas de hemoaglutinación, detección de anticuerpos mediante el Ensayo de Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA) o amplificación e identificación del DNA viral mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa.

En caso de obtener un diagnóstico positivo para evitar un estadio crónico de la infección, se debe proceder a inmunizar a las aves con vacunas biológicas preparadas a base de virus atenuados en una etapa temprana de su vida. Las recomendaciones son que debe ser aplicada en las primeras 3 a 4 semanas de edad y repetir entre las 5 y 6 semanas; posteriormente se debe revacunar cada año según la zona y la incidencia de la enfermedad. De 7 a 10 días después de aplicada la vacuna debe ocurrir una reacción local (pequeñas inflamaciones rojizas), que desaparecen en pocos días; las aves que no presenten esta reacción deberán ser revacunadas.

La vacuna debe de conseguirse en veterinarias o laboratorios confiables que aseguren la titulación adecuada del componente de ésta, se recomienda tener un manejo adecuado y mantenerse a cierta temperatura durante la compra, transportación y aplicación, situaciones vitales para evitar la reducción en su efectividad y por ende la protección a la parvada.

Eficacia en el uso de las vacunas comerciales en aves con AVP

Actualmente, en el mercado existen distintas vacunas para proteger a las aves contra los avipoxvirus, sin embargo, la eficacia de las mismas no está completamente comprobada debido a la gran variedad de cepas de AVP. Se han realizado diversos estudios que evaluaron la efectividad de las vacunas utilizando modelos experimentales inmunizados con vacunas comerciales e inoculándolos con cepas aisladas de aves silvestres infectadas. Algunos de estos estudios tomaron en cuenta la patogenicidad del virus en relación al

hospedero.

Por ejemplo, Thiel y cols., (2005) llevaron a cabo un estudio para desarrollar una prueba de diagnóstico simple y específica para la viruela aviar y caracterizar a los avipoxvirus que infectan a las aves nativas de las islas Galápagos. Sus resultados indican que las aves passeriformes, incluyendo pinzones, currucas y sinsontes fueron infectados con una de las variantes más cercana del poxvirus de canario, pero no fueron infectados por poxvirus de ave de corral. En contraste, los pollos de la Isla de Santa Cruz no presentaron los genotipos similares al poxvirus de canario, lo que indica que probablemente el genotipo de la viruela de canario no puede residir en los pollos, por lo cual estos investigadores concluyen que una vacuna dirigida a una especie probablemente no funcione con otras ya que los genotipos que poseen son diferentes.

Por otro lado, Ha y cols., (2013) realizaron un estudio en donde evaluaron la patogenicidad de dos cepas de AVP aisladas de aves silvestres de Nueva Zelanda y las probaron en un modelo experimental de pinzones cebrá (*Guttata taeniopygia*) y así evaluaron la eficacia de una vacuna contra la viruela aviar comercial (Poxine) para evaluar la protección de las aves ante estas cepas de AVP. De acuerdo a sus resultados, todas las aves vacunadas permanecieron activas y sanas, y solo mostraron signos leves de la enfermedad como hinchazón e inflamación temporal después de la exposición, además desarrollaron respuesta inmune luego de dos semanas de vacunación; mientras que los dos subgrupos sin vacunar presentaron inflamación e hiperplasia, lesiones circulares en las alas y el desarrollo de respuesta inmune humoral luego de la infección, lo que permite concluir que la vacuna contra la viruela sí otorga a las aves protección contra el virus aminorando los signos clínicos de la enfermedad y proporcionando inmunidad a las poblaciones de aves.

Además, EL-Mahdy., (2014) realizó un estudio para evaluar la protección inducida por diferentes vacunas comerciales (Hiprapox, Izovac, Avipox, Vaiol- Vac, Poxine, FP vaccine) contra el virus aviar aislado en Giza, Egipto en el año 2012. El resultado del análisis de las pruebas indicó que en condiciones experimentales las vacunas comerciales protegieron a los pollos en un 90-100% contra la enfermedad después de la estimulación con el virus aislado de la cepa egipcia, confirmando que en condiciones de campo se pueden utilizar programas de vacunación para reducir las pérdidas económicas causadas por la viruela aviar en Egipto.

Sin embargo, Atkinson y cols., (2010) realizaron un estudio similar al anterior con dos cepas de poxvirus de canario (1 y 2) con la vacuna comercial (Poximune) para comprobar su efectividad en la protección de diferentes especies de aves silvestres y de cautiverio. Sus resultados mostraron que mientras que la vacuna provee un buen rango de protección contra la variante 1, se presentaron diversos efectos serios y una baja eficacia contra la variante 2, observándose una mortalidad en aves vacunadas de hasta un 60% haciéndola más peligrosa para las aves, por ello se puede deducir que la vacuna está únicamente direccionada a ciertas cepas del virus, lo cual dificulta la prevención de la viruela.

Por último, Shivaprasad, (2009) realizó experimentos que simulan un brote de infección por el AVP y su potencial asociación con otros patógenos que en conjunto provocan una alta mortalidad en canarios. Los resultados mostraron lesiones internas en el timo, bolsa de Fabricio, el bazo, dermis medio y lesiones externas en las orejas, médula ósea y glándula lagrimal, signos clínicos que no habían sido descritos hasta ese momento.

Además se observó que la infección grave por este virus predispuso a algunos canarios a la infección por poliomavirus y en este caso la vacunación a las aves sobrevivientes y la desinfección del aviario fueron efectivas para nuevos brotes.

Conclusión

El uso de vacunas contra la viruela aviar puede funcionar, siempre y cuando la vacuna sea parecida al virus de la infección que se desea prevenir. Debido a la variación genética los virus pueden volverse resistentes o más patogénicos además de tener ligeras variaciones al momento de que se presentan los síntomas en el hospedero. Así que la medida más efectiva posiblemente no sea la vacunación por si sola sino su combinación con las medidas preventivas al controlar los vectores de la enfermedad, principalmente mosquitos o corucos. Sin embargo, se requiere desarrollar información más relevante sobre la prevalencia de este tipo de virus en nuestro país.

REFERENCIAS:

- Atkinson C., Wiegand K., y cols. 2010. Efficacy of a comercial canarypox vaccine for protecting Hawai'i Amakihi from field isolates of Avipoxvirus. Hawai'i cooperative studies unit. University of Hawai'i at Hilo. 47 pp.
- EL-Mahdy, S. M. (2014). Efficacy of fowl pox vaccines against isolated strain during 2012. *Veterinary World.*, 656-660
- Ha, H. A. (2013). Evaluation of the pathogenicity of avopoxvirus strains isolated from wild birds in New Zealand and the efficacy of a fowlpox vaccine in passerines. *Veterinary Microbiology.*, 268-274.
- Thiel T., Whiteman N., y cols. 2005. Characterization of canarypox-like viruses infecting endemic birds in the Galápagos Islands. *Journal of wildlife diseases.* 41(2): 342-353.
- Shivaprasad, H. K. (2009). Unusual pathology of canary poxvirus infection associated with high mortality in young and adult breeder canaries (*Serinus canaria*). *Avian Pathology.*, 311-316.
- Weli S. y Tryland M. 2011. Avipoxviruses: infection biology and their use as vaccine vectors. *Virology Journal.* 8(49): 1-15.

Tamizaje fitoquímico y actividad biológica de extractos vegetales ante cepas microbianas

¹Hernández-Chávez, A., ¹Téllez-López, M.A., ¹Saenz-Esqueda M.de los A., ¹Castro-Barraza F., ^{1*}García-Luján C.

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango Unidad Gómez Palacio. Av. Artículo 123 s/n del Fracc. Filadelfia en Gómez Palacio Dgo. C.P. 35010. Tel (871) 7 15 88 10. FAX : (871) 7 15 29 64.

*e-mail del autor por correspondencia: conygarcialujan@hotmail.com

Resumen

Un problema de salud importante es la resistencia bacteriana hacia los antibióticos, la cual hoy en día es muy común en los hospitales debido a su uso inadecuado y excesivo. Se hace necesaria la búsqueda de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas a partir de productos naturales. El propósito de este trabajo fue determinar la actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos etanólicos, hexánicos y clorofórmicos de cilantro (*Coriandrum sativum*) y albahaca (*Ocimum basilicum*), y del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens*), ante cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*, así como determinar los grupos de compuestos químicos presentes en los productos naturales. A partir del material vegetal seco, se elaboraron extractos etanólicos, clorofórmicos y hexánicos por maceración, el aceite esencial de orégano se extrajo mediante un equipo de destilación por arrastre de vapor. La determinación de la concentración mínima inhibitoria de los productos naturales fue determinada mediante el método de difusión en placa con sensidiscos. El análisis de los componentes químicos, se efectuó mediante las pruebas de identificación con reactivos y pruebas especiales. A diferencia de los extractos de cilantro y albahaca que no mostraron efectos antimicrobianos, el aceite esencial de orégano, produjo halos de inhibición en todos los géneros microbianos estudiados. Es muy evidente el alto potencial del orégano como antimicrobiano, las cepas estudiadas son resistentes a la mayoría de los antibióticos de uso común en la clínica, lo cual abre posibilidades de poder realizar estudios biodirigidos para establecer el uso terapéutico adecuado del aceite esencial de orégano como antimicrobiano.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, productos naturales, resistencia a los antimicrobianos.

Abstract

A major health problem is bacterial resistance to antibiotics, which today is very common in hospitals

because of its inadequate and overuse. Search of bioactive compounds with antimicrobial properties from natural products is necessary. The purpose of this study was to determine the antibacterial and antifungal activity of ethanol, chloroform hexanics extracts from: coriander (*Coriandrum sativum*) and basil (*Ocimum basilicum*), and the essential oil of oregano (*Lippia graveolens*), to strains *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*, and to determine the chemical compounds found in natural products. From the dried plant material, ethanolic, chloroform and hexane extracts by maceration were made, the essential oil of oregano is extracted by a stripping steam. The determination of the minimum inhibitory concentration of natural products was determined by the diffusion method sensidiscs plate. The analysis of chemical components was performed by identification tests with reagents and special tests. Unlike coriander and basil extracts showed no antimicrobial effects, the essential oil of oregano, produced zones of inhibition in all studied microbial genera. It is very obvious the high potential of oregano as an antimicrobial, the studied strains are resistant to most commonly used antibiotics in the clinic, which opens possibilities biodirigidos to conduct studies to determine the appropriate therapeutic use of essential oil of oregano as antimicrobial.

Keywords: Antimicrobial resistance, bioactive compounds, natural products.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en todo momento, más de 1,4 millones de personas en el mundo contraen infecciones hospitalarias. Entre el 5% y el 10% de los pacientes que ingresan a hospitales modernos del mundo, han desarrollado y/o contraerán una o más infecciones. Los países en vías de desarrollo se ven duramente afectados por una amplia gama de enfermedades de transmisión alimentaria. La OMS ha estimado que 1,500 millones de episodios de diarrea ocurren cada año en los países en desarrollo, dando lugar a 3 millones de muertes (Narváez, 2013).

Hoy en día aún siguen apareciendo distintas infecciones como estafilococosis y salmonelosis, desde entérica o genital hasta sistémica, las cuales son regularmente producto de la falta de higiene, debido al descuido de contaminaciones en el hogar o la pereza de lavar de manera correcta los alimentos, otra razón es el sabor que dejan los detergentes y bactericidas, inclusive la falta de recursos para adquirir estos productos. Estas infecciones pueden ser más graves y pueden causar meningitis, complicaciones graves y hasta la muerte (Secretaría de Salud, 2011).

Además se sabe que las infecciones causadas por bacterias resistentes, se asocian a una mayor morbilidad, mortalidad y costos, que a las causadas por bacterias sensibles de la misma especie (Pérez, 2010). Según Muñoz (2012), la candidiasis vaginal es la segunda causa de consulta ginecológica en los Centros de Salud municipales.

Existe un déficit importante de antibióticos para prevenir y controlar infecciones, a las industrias farmacéuticas ya que no les es costeable su fabricación debido a los elevados costos y al poco tiempo de vida útil que han mostrado ante el reto de la resistencia a los antimicrobianos, es urgente frenar esta problemática para esto se han generado mecanismos como el uso racional y adecuado de los mismos y la combinación de fármacos. Se hace necesaria también la búsqueda de nuevos principios activos a partir de productos naturales que requieren de estudios biodirigidos para su implementación en la terapéutica de las infecciones (Gómez, 2009). El objetivo de éste trabajo fue determinar la actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos etanólicos, hexánicos y clorofórmicos de cilantro (*Coriandrum sativum*) y albahaca (*Ocimum basilicum*), y del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens*), ante cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*, así como determinar los compuestos químicos presentes en cada extracto.

Materiales y métodos

Material vegetal

El cilantro (*Coriandrum sativum*) y la albahaca (*Ocimum basilicum*) se obtuvieron de cultivares de Villa Juárez, Durango, la extracción de los principios activos se realizó mediante maceración triple, con solventes (cloroformo, hexano y etanol), el orégano (*Lippia graveolens*), se colectó de Cd. Nazas Dgo, el aceite esencial se obtuvo por arrastre de vapor mediante un equipo de destilación.

Cepas microbianas utilizadas

Las cepas microbianas fueron donadas por el laboratorio de bacteriología de la Clínica Hospital No. 46 del IMSS, de Gómez Palacio, Dgo., las especies estudiadas fueron: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) y *Candida albicans* (*C. albicans*), aisladas de exudados, tipificadas y con patrones de susceptibilidad a los antimicrobianos, todo determinado mediante el equipo VITEC 2 Compact. Todo el material fue esterilizado con métodos convencionales y manipulado bajo las normas de buenas prácticas de laboratorio (NOM ECOL

087).

Obtención del extracto vegetal y del aceite esencial

Se utilizaron 70 g de hojas secas de cilantro y de albahaca. Enseguida se procedió a moler este material en mortero y se colocaron en tres frascos ámbar, uno para cada solvente, para ambas especies vegetales se utilizaron 100 ml de cloroformo, de hexano y de etanol, hasta cubrirlas totalmente, transcurridas 72 h, el material fué filtrado, proceso que se repitió por triplicado, por último el material obtenido se colocó en un equipo de rotoevaporador para eliminar los solventes y concentrar el extracto puro.

El aceite esencial de orégano se obtuvo mediante un equipo de destilación por arrastre de vapor, se hicieron diluciones con dimetil sulfoxido (DMSO), para obtener concentraciones de 3, 1.5, 0.75, 0.37 y 0.185 mg/ml.

Preparación de diluciones a partir de los extractos

Se pesaron 0.002 gr del extracto crudo y se diluyeron en 100 µl de agua destilada estéril (solución *stock*), en cada vial se colocaron 100 µl, luego se pasaron 75 µl de la solución *stock* al primer vial y se le agregaron 425 µl de agua destilada, enseguida se pasaron 100 µl del primer vial al segundo y así, hasta completar 5 diluciones (en el caso del aceite esencial se utilizó DMSO en lugar de agua destilada), para los controles se prepararon antibióticos estándar (Trimetromprima con sulfametoxazol para *E. coli*, clotrimazol para *C. albicans* y ciprofloxacino para *S. aureus*).

Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria

Se prepararon suspensiones de las cepas a estudiar hasta alcanzar una turbidez estándar al 0.5 en la escala de Mac Farland, que es equivalente a 1.5×10^8 unidades formadoras de colonias/ml.

Se cortaron suficientes sensidiscos de papel filtro Wathman No.6 con un diámetro de 7 mm, se colocaron de manera equidistante encima del medio de cultivo previamente inoculado con 1 ml de la suspensión de las cepas a estudiar, y se impregnaron con 10 µl de cada concentración de los extractos y del aceite esencial. Se incubaron por 24 h a una temperatura de 35°C, transcurrido el tiempo, se midieron los halos de inhibición con ayuda de un vernier y se registraron los resultados.

Determinación de los componentes químicos principales

Para la realización del análisis de componentes químicos, se utilizó una alícuota de los diferentes extractos vegetales y del aceite esencial y se procedió a realizar las pruebas según metodología propuesta por Domínguez (1999). Las pruebas realizadas fueron: insaturaciones, grupo carbonilo, taninos, esteroides y triterpenos, carbohidratos (Molish), coumarinas, lactonas, sesquiterpenlactonas (Baljet), flavonoides, shionina, alcaloides (Dragendorff), saponinas (Salkowski) y aromaticidad.

Resultados y discusión

En contraste con los extractos de cilantro y albahaca que no mostraron efectos antimicrobianos, el aceite esencial de orégano, produjo halos de inhibición en todos los géneros microbianos estudiados, los más grandes fueron de 13.5 mm en la concentración de 3 mg/ml contra *E. coli*, y en la concentración más baja se observa un halo de 9 mm en *C. albicans*, siendo *S. aureus* la cepa con la que se obtuvieron los halos de inhibición más pequeños (< 9.5 mm), sólo en las concentraciones más altas (Tabla 1). Comparando estos resultados con los de Lozano (2013), Hernández (2009) y Ahmed (2007), se observa que si hay una concordancia en los resultados obtenidos. Los análisis fitoquímicos realizados al orégano comprueban la presencia de compuestos aromáticos y terpenos, el tipo de compuestos a los que pertenecen el timol y el carvacrol (Tabla 2), isómeros a los que se les atribuye el efecto antimicrobiano, como lo menciona Arcila (2004). Los compuestos aromáticos como las flavonas también se encontraron en el extracto etanólico de la albahaca, sin embargo no mostraron actividad, esto se debe a que el efecto antimicrobiano se presenta como una sinergia con todos los demás componentes de la planta, que en este caso no se encontró.

Tabla 1. Concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de orégano (*L. graveolens*) ante las cepas estudiadas.

Concentraciones del aceite esencial	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>E. coli</i> (mm)	<i>C. albicans</i> (mm)
3 mg/ml	9.4 ¹	13.5 ¹	11.5
1.5 mg/ml	7.6 ¹	13 ¹	9
0.75 mg/ml	-	12.8 ¹	11
0.37 mg/ml	-	9 ¹	9.5
0.185 mg/ml	-	8.8 ¹	9
	+	+	+

- Sin halo de inhibición. ¹ Colonias intermedias.

Tabla 2. Resultados del tamizaje fitoquímico

Prueba	EHE		ECL		EET		Aceite de orégano
	CS	AS	CS	AS	CS	AS	
Insaturaciones	+	+	+	+	+	+	+
Gpo. Carbonilo	-	-	-	-	-	-	-
Taninos	-	-	-	-	-	-	-
Lieberman-B. (Esteroles/ terpenos)	-	-	-	-	-	-	+
Salkowski (metilesteroles)	-	+	-	+	-	+	+
Molish (carbohidratos)	+	+	+	+	-	+	+
Coumarinas	-	-	+	+	+	+	-
Lactonas	+	-	-	-	-	-	-
Baljet (Sesquiterpenlactonas)	-	-	+	-	+	-	+
Flavonoides	-	Flavonoles	-	Flavonoles	-	Flavonas	Flavonas
Shinoda (Flavonoides)	+	+	+	+	+	+	-
Dragendorff (Alcaloides)	-	-	-	-	-	-	-
Aromaticidad	+	+	-	+	-	+	+

+ = positivo. - = negativo. EHE: extracto hexánico. ECL: extracto clorofórmico. EET: extracto etanólico. CS: cilantro seco. AS: albahaca seca.

Literatura citada

Arcila L C C, Loarca P G, Lecona U S, González de M E. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Revista ALAN 2004; 54.

Ahmed C N M, Saeed S, Tariq P. Antibacterial effects of oregano (*Origanum vulgare*) against Gram Negative bacilli. Pakistan Journal of Botany. 2007; 2: 609-613.

Domínguez X A y Domínguez S X A. Química Orgánica Experimental. 4ª. Edición. Ed Limusa, 1990.

Gómez O L M, Galar M M, Téllez L A M, Carmona Z F A, Amaya Ch A. Estudio de automedicación en una farmacia comunitaria de la ciudad de Toluca. Revista Mexicana De Ciencias Farmacéuticas. 2009; 40: 5-11.

Hernández T, Canales M, Ávila J G. García A M, Meraz S, Caballero J, Lira R. Composition and antibacterial activity of essential oil of *Lippia graveolens* H.B.K. (Verbenaceae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 2009; 4: 295 - 300.

Lozano G E, López G O D, Bocanegra S M, Davis F L C, de la Cruz F L B, Cervantes F M. Interacción sinérgica de propóleo (Propolis) y orégano (*Lippia graveolens* Kunth) contra *Staphylococcus aureus*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. 2013; 44: 73-78.

Muñoz A. Comunicación personal. Centro de Salud "Isauro Venzor" Secretaria de Salud. 2012. Gómez Palacio Dgo.

NOM ECOL 087. Manejo, clasificación, separación y disposición final de los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos. Normas Oficiales Mexicanas.

Salud en México. 2011. México D.F.

Narváez B C, Rodas G A, Fuenmayor Y, Flores R C, Carruyo G, Moreno M, Perozo M A, Hoet A E. *Salmonella* on feces, hides and carcasses in beef slaughter facilities in Venezuela. *International Journal of Food Microbiology*. 2013; 166: 226-230.

Secretaría De Salud. Medición de la prevalencia de infecciones nosocomiales en hospitales generales de las principales Instituciones Públicas De Salud. Secretaría de

Pérez D L, Pasterán F, Bantar C, Casellas J M, Kovensky P J, Couto E, Goldberg M, Trujillo R Y, Fernández A J M, González L A, López G I. Resistencia microbiana de gérmenes aislados en pacientes de las unidades de cuidados intensivos e intermedios. Hospital Universitario Clínico Quirúrgico Comandante Faustino Pérez. *Rev. Méd. Electrón*. 2010; 34 :18-26.

RESPUESTA AL PROBLEMA BIOQUÍMICO EDICIÓN ANTERIOR

Dr. Erick Sierra Campos y M en C. Mónica Andrea Valdez Solana

Email; ericksier@ujed.mx

La literatura reporta que el ensayo enzimático de la glucosa oxidasa se realiza en un amortiguador de acetatos 0.1 M a pH de 5.4. Sin embargo, en el laboratorio solo se tiene una solución de ácido acético 0.2 M y una solución de acetato de sodio 0.5 M. Describa los cálculos necesarios para la preparación del amortiguador de acetatos del ensayo enzimático.

Para conocer la cantidad de cada solución que se va a diluir para preparar el buffer, es necesario determinar la concentración tanto del ácido acético como del acetato de sodio en el amortiguador.

Una manera simple de calcular lo anterior, es empleando la ecuación de Henderson-Hasselbach.

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Esta expresión matemática se deduce a partir de la ecuación de la constante de disociación de un ácido débil y permite relacionar el pH de una solución amortiguadora, la concentración del ácido débil (HA) y su respectiva base conjugada (A⁻) que componen al buffer y el pKa del ácido débil (logaritmo negativo de su constante de disociación).

Antes de resolver el problema, es necesario determinar cuáles son los datos con los que se cuenta:

$$[\text{Buffer}] = 0.1\text{M} \quad \text{pH} = 5.4 \quad [\text{Stock CH}_3\text{COONa}] = 0.5\text{M} \quad [\text{Stock CH}_3\text{COOH}] = 0.2\text{M}$$

El único valor que desconocemos es el pKa del ácido acético (4.75), sin embargo este valor ya se tiene establecido y se puede consultar en diversos libros de química analítica.

En este caso, el amortiguador se compone de ácido acético y su base conjugada el acetato de sodio.

$$pH = pKa + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Sustituyendo los valores del pH y el pKa en la ecuación de Henderson-Hasselbach:

$$5.4 = 4.75 + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Al pasar al otro lado de la igualdad el valor del pKa:

$$5.4 - 4.75 = \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Al resolver la resta:

$$0.65 = \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Considerando que la operación inversa del logaritmo de base diez es la expresión exponencial de base diez:

$$10^{0.65} = \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Simplificandolo:

$$4.466 = \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$$

Este coeficiente representa la relación molar entre el ácido débil y su base conjugada.

$$\frac{4.466}{1} = \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$$

Por lo tanto, en el amortiguador por cada parte de ácido acético, existen 4.466 partes de acetato de sodio, para un total 5.466 partes. Expresado en proporciones:

$$CH_3COONa = \frac{4.466}{5.466} = 0.817 \quad CH_3COOH = \frac{1}{5.466} = 0.183$$

Al multiplicar estas proporciones por la concentración del buffer (0.1M), se obtiene la concentración de cada especie química en la solución.

$$[CH_3COONa] = (0.1M)(0.817) = 0.0817M$$

$$[CH_3COOH] = (0.1M)(0.183) = 0.0183M$$

Si se considera un volumen final de 100ml para el buffer, a partir de las concentraciones de las soluciones que tenemos podemos calcular cuántos mililitros de cada una se deben tomar, empleando la fórmula:

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1}$$

Donde V_1 es la cantidad de la solución que se va a utilizar, C_1 es la concentración de esta misma solución y C_2 y V_2 son la concentración y volumen final de la solución amortiguadora.

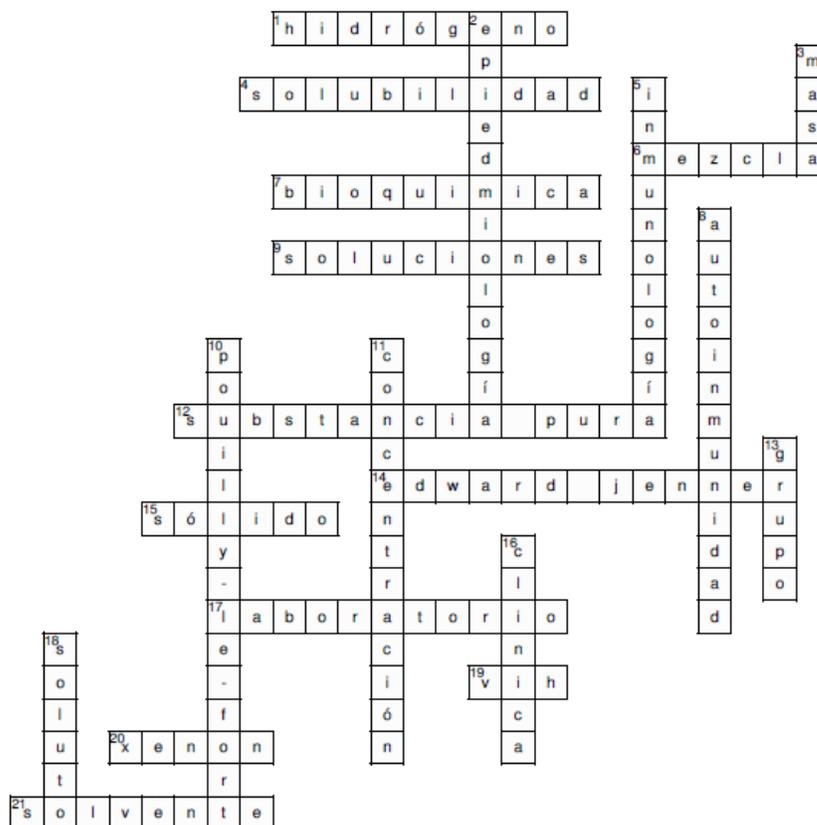
Por lo tanto se requieren:

$$V_{CH_3COOH} = \frac{(0.0183M)(100ml)}{0.2M} = 9.15ml \text{ de solución stock de } CH_3COOH \text{ } 0.2M$$

$$V_{CH_3COONa} = \frac{(0.0817M)(100ml)}{0.5M} = 16.34ml \text{ de solución stock de } CH_3COONa \text{ } 0.5M$$

Estos volúmenes de disuelven en 60ml de agua desionizada, se ajusta el pH de la solución empleando un potenciómetro y finalmente se afora a 100ml.

Respuestas al crucigrama



Horizontal

1. H (**hidrógeno**)
4. habilidad de un soluto para disolverse en el solvente (**solubilidad**)
6. contiene dos o más tipos de partícula diferentes (**mezcla**)
7. ciencia que estudia la base química de las moléculas que componen a los seres vivos (**bioquímica**)
9. dos sustancias que parecen una (**soluciones**)
12. compuesta de un solo tipo de partícula (**sustancia pura**)
14. encontró la manera de proteger contra la viruela (**edward jenner**)
15. partículas muy compactas (**sólido**)
17. salón o inmueble equipado con instrumentos para hacer pruebas científicas o para la enseñanza (**laboratorio**)
19. siglas del virus conocido que afecta el sistema inmunitario (**vih**)

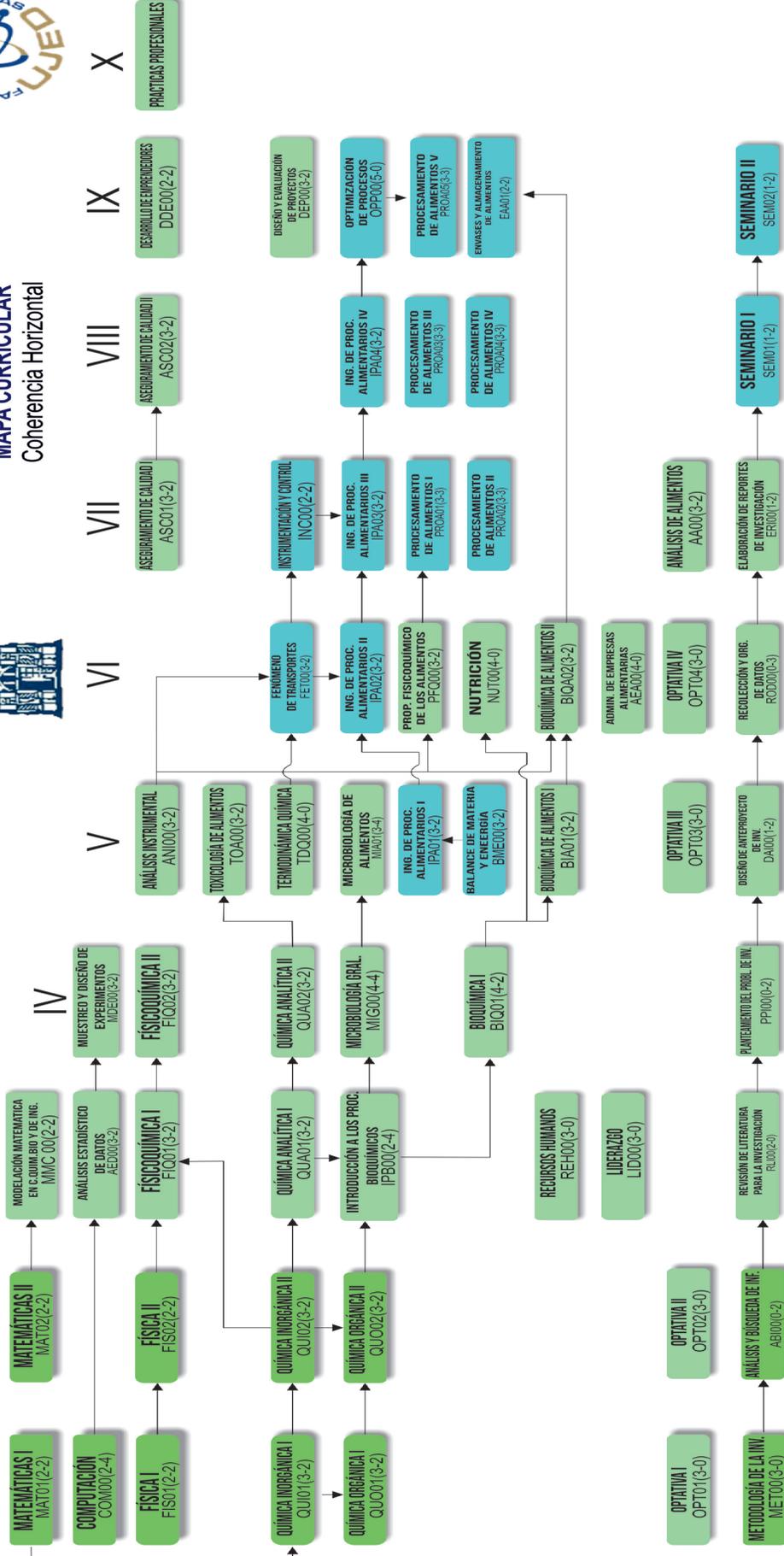
Vertical

20. Xe (**xenon**)
21. líquido o sólido que se encuentra en mayor cantidad (**solvente**)
2. ciencia que estudia la incidencia, morbilidad y mortalidad así como los métodos de control (**epidemiología**)
3. lo que ocupa un lugar en el espacio (**masa**)
5. ciencia que se encarga del estudio del sistema inmunitario (**inmunología**)
8. el sistema inmunitario ataca células del propio organismo (**autoinmunidad**)
10. pueblo en el que se llevó a cabo la atenuación de agentes patógenos (**pouilly-le-fort**)
11. se refiere a la relación de soluto con respecto al solvente (**concentración**)
13. columnas verticales en la tabla periódica (**grupo**)
16. diagnóstico al pie de cama del enfermo (**clínica**)
18. sólido que se disuelve en el solvente (**soluto**)



INGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS

MAPA CURRICULAR
Coherencia Horizontal



FORMACIÓN INTEGRAL

ARTE CULTURAL Y DEPORTE			FORMACIÓN INTELLECTUAL			ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN			SERVICIO SOCIAL EXPERIENCIA RECEPTORAL			PRACTICAS PROFESIONALES											
T	P	C	T	P	C	T	P	C	T	P	C	T	P	C									
20	14	34	24	12	36	20	14	34	20	13	33	18	16	34	13	12	25	16	11	27	0	600	12
									8 CRÉDITOS			10 CRÉDITOS 4 CRÉDITOS			12 CRÉDITOS								



REMDIS (fcqgp.ujed.mx)

ISSN:

Publicación Semestral de Investigación Científica en
Ciencias Alimentarias y de Salud.

Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio
Universidad Juárez del Estado de Durango

www.ujed.mx

Artículo 123 S/N Col. Filadelfia, Gómez Palacio,
Durango, México CP 35010

Telefono (871) 715 8810 FAX (871) 715 2964

e-mail: editorremdis@gmail.com