



REVISTA MEXICANA DE INDUSTRIA Y SALUD

Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio, UJED



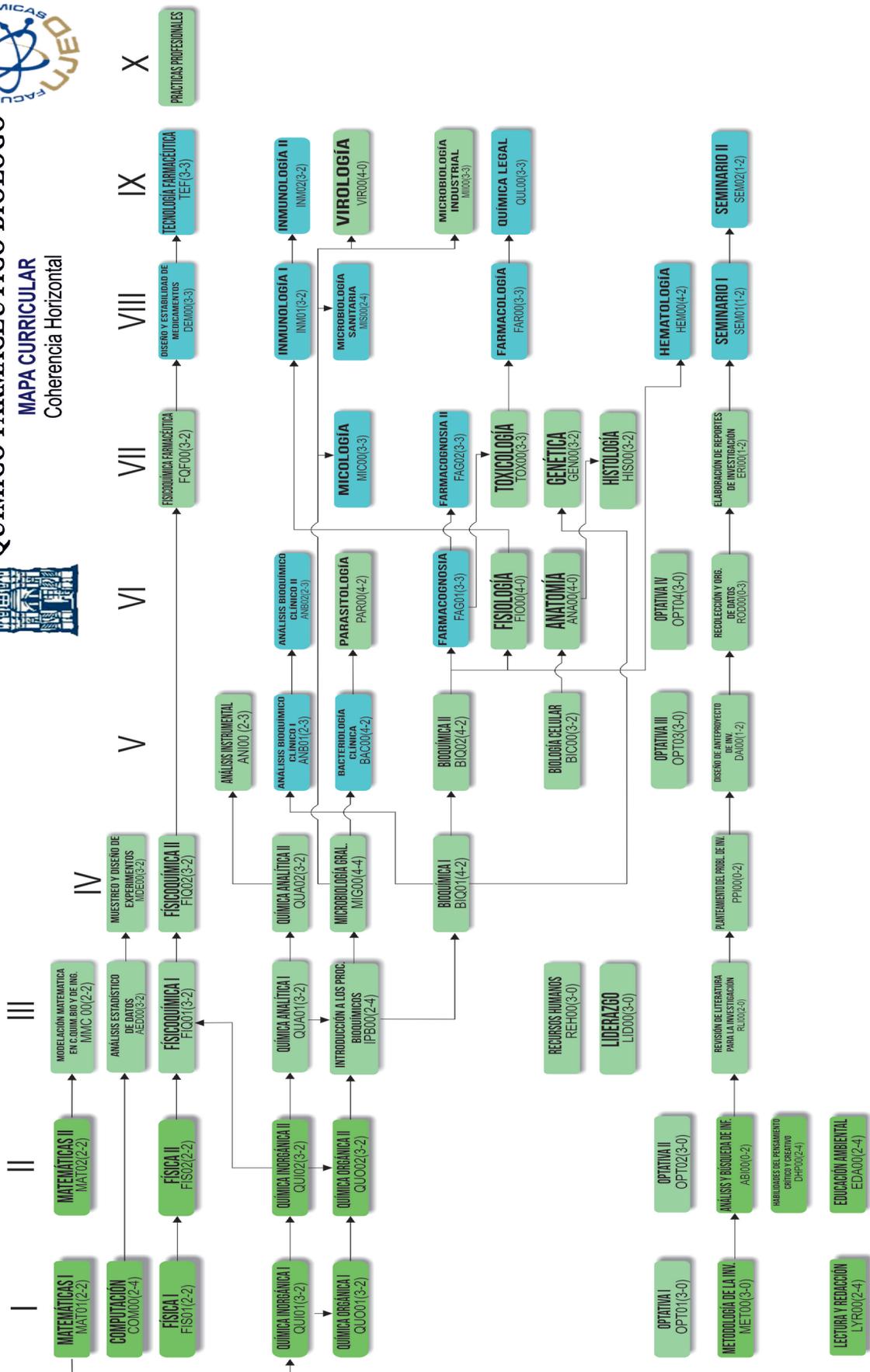
Número 8
Volumen 2
Octubre 2018

ISSN: 2594-1445



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 CRÉDITOS			10 CRÉDITOS			4 CRÉDITOS			12 CRÉDITOS					

REVISTA MEXICANA DE INDUSTRIA Y SALUD

CINTILLO LEGAL

Revista Mexicana de Industria y Salud, año 5 No. 8 (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/remdis.php, editorremdis@gmail.com, www.simposiumfcqujed@gmail.com.

Editor responsable: M. C. Mónica Andrea Valdez Solana. Reserva de derechos al uso exclusivo (en trámite), ISSN 2594-1445, 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 08 de octubre de 2018.

Consejo Editorial

Juan Pablo Pardo Vázquez
Bioquímica; Facultad de Medicina, UNAM

Oscar Flores Herrera
Bioquímica; Facultad de Medicina, UNAM

Erick Sierra Campos
Biotecnología médica; Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio, UJED

Alfredo Téllez Valencia
Medicina molecular; Facultad de Medicina, Durango, UJED

Claudia Avitia Domínguez
Medicina molecular; Facultad de Medicina, Durango, UJED

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

Carlos Regalado González
Biotecnología de Alimentos; Universidad Autónoma de Querétaro

Francisco Ruiz Terán
Biotecnología de Alimentos; Facultad de Químicas, UNAM

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

Jorge Alberto González Merchand
Microbiología; Dpto. Microbiología Molecular, ENCB IPN

Director editorial
Mónica Andrea Valdez Solana

Asistencia editorial
Francisco Carlos López Márquez
Juan José Martínez García

Diseño
Luis Antonio Montoya Jáquez



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

M.E. José Antonio Herrera Díaz
Rector interino

M.E. José Antonio Herrera Díaz
Secretario General

C.P. Manuel Gutiérrez Corral
Director General de Administración

Dr. Jacinto Toca Ramírez
Director de Planeación y Desarrollo Académico

Dr. Juan José Martínez García
Director de la Facultad de Ciencias Químicas GP

Lic. Daisy Virginia Rivas Govea
Secretario Administrativo

M.C. Verónica Yazmín Mejía García
Secretario Académico

Dra. Concepción García Luján
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Dr. José de Jesús Alba Romero
Coordinador de Investigación

Dr. José Rafael Minjares Fuentes
Coordinador Académico

CONTENIDO

EDITORIAL	vi
- Los productos naturales como una alternativa en el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos. Dra. Concepción García Luján	
BIOQUÍMICA	1
- Interpretación de los datos cinéticos para una reacción enzimática. Sierra Campos Erick, Valdez Solana Mónica Andrea.	
ALIMENTOS	7
- Propiedades fitoquímicas de trozos de melón confitados. Gutiérrez Alonso Perla Marisela, Reza-Vargas María del Carmen, Meza Velázquez Jorge Armando, Aguilera-Ortiz Miguel	
- Caracterización fisicoquímica, betalainas y capacidad antioxidante en pitaya (<i>Stenocereus griseus</i> H.) y tuna roja (<i>Opuntia ficus-indica</i>) Montelongo Campista Carmen Edith, Reza-Vargas María del Carmen, Sierra Campos Erick, Aguilera-Ortiz Miguel	
QUÍMICA FARMACÉUTICA Y CLÍNICA	20
- Elaboración de pasta oral antiparasitaria para equinos que cumpla con los requerimientos de estabilidad de NOM-073-SSA1-2005 Rico del Río Adriana Erendira, Hernández González Sandra-Isabel, Martínez Romero Aurora, Alba Romero José de Jesús, Piñera Cuellar Alfredo, Lozano Morán Martín	
- Cuantificación de bifenilpoliclorados en suelo en diferentes áreas de la Comarca Lagunera Hernández González Sandra Isabel, Martínez Romero Aurora, Alba Romero José de Jesús, Cervantes Flores Maribel, Castro Hernández Sandra, Ortega Sánchez José Luis	
CIENCIAS BIOMÉDICAS	33
- Riesgo cardiovascular en sujetos VIH seropositivos con tratamiento antirretroviral: una revisión bibliográfica Miranda Pérez Alberto Alejandro, López Márquez Francisco Carlos, Roiz Bollain y Goytia Ana Paola, Urraza Robledo Arguiñe Iyonne	
- Asociación entre el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 y leucemias Ochoa-García Perla Patricia; Hernández-González Sandra Isabel; García-Contreras Luis Otoniel; Martínez-Romero Aurora; Jorge Núñez Pérez	
- Efecto hipoglucemiante y antidiabético del <i>Aloe barbadensis</i> Miller Rodríguez-González V. M., Minjares-Fuentes J. R, Candelas-Cadillo M. G. Martínez García J.J, Femenia A.	
- Prevalencia de <i>Treponema pallidum</i> en pacientes de la secretaría de salubridad y asistencia de Gómez Palacio, Durango Ochoa-García Perla Patricia, Esparza-González Sigfredo, Martínez-Romero Aurora, Hernández-González Sandra Isabel	
- Metahemoglobina y cuerpos de Heinz, en niños que consumen agua contaminada por nitratos Calleros Rincón Esperanza Yasmín, Avalos Calleros Bertha Yasmín, Morales Rebeca Pérez, González Zamora Alberto, Alba Romero José de Jesús, Olivás Calderón Edgar Héctor.	
MICROBIOLOGÍA	64
- Actividad antimicrobiana de <i>Ariocarpus fissuratus</i> en cepas patógenas representativas Bejarano-Castro M. G., De la Fuente-Salcido N, Linaje Treviño M., Hernández-Terán F, Valencia-Castro C. M	
- Evaluación del efecto bactericida del extracto etanólico de <i>Moringa oleífera</i> y determinación de la CMI por el método de alamar azul en microorganismos causantes de gastroenteritis. Flores Vielma Gonzalo Alonso, Ruiz Flores Pablo, Orozco Mora Virginia, Calleros Rincón Esperanza Yazmín, Hernández González Sandra Isabel, Martínez Romero Aurora, Alba Romero José de Jesús	
CARTELES	76
PROBLEMA BIOQUÍMICO	102
- Fisicoquímica Erick Sierra Campos y Mónica Andrea Valdez Solana	
CRUCIGRAMA	103
- Análisis instrumental. Erick Sierra Campos y Mónica Andrea Valdez Solana	
RESPUESTA PROBLEMA ANTERIOR	104
- Virología	
RESPUESTA CRUCIGRAMA ANTERIOR	105
- Bioquímica.	

EDITORIAL

Los productos naturales como una alternativa en el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos

El estudio de las sustancias de origen natural que poseen una virtud medicinal se conoce como farmacognosia, y el efecto que ocasionan estas sustancias en el organismo se estudia en farmacología. La fitoquímica permite detectar y posteriormente identificar los principios activos responsables de las propiedades atribuidas a las plantas. Los químicos investigan la presencia o ausencia de los grandes grupos de sustancias activas, tales como alcaloides, glicósidos, quinonas, etc., y proceden a su aislamiento químico y caracterización. Luego preparan extractos para ensayar su actividad fisiológica y de los que resultan prometedores, separan y purifican las sustancias que los constituyen. Los compuestos se identifican de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, y cuando el compuesto no coincide con alguno de los conocidos, se estudia su estructura y configuración.

La terapéutica es el uso de sustancias y métodos para curar, aliviar y prevenir enfermedades, hay diversos tipos de terapéutica, la fitoterapia se refiere a las aplicaciones y usos de fármacos de origen vegetal.

La protección a la salud a través del uso de las plantas medicinales está asumiendo un alto valor económico en el mundo. Más del 80% de la población mundial depende de las plantas silvestres para la atención de enfermedades, por ello, el Programa de Medicina Tradicional de la Organización Mundial de la Salud (OMS), otorga suma importancia a la medicina herbolaria en países desarrollados y no desarrollados. En la Unión Europea durante 1993, las ventas de medicina herbolaria fueron de 6,000 millones de dólares, la mitad de éstos en Alemania, y en 1995 en Estados Unidos las ventas alcanzaron 1,500 millones de dólares.

El interés actual en la medicina herbolaria y la búsqueda de opciones terapéuticas alternativas tienen sus raíces en una creciente insatisfacción hacia la medicina convencional, tanto por su falta de éxito en la cura de algunas enfermedades como por los efectos colaterales que ciertos medicamentos acarrear. También influyen el aspecto económico (precios más bajos en la herbolaria) y la tendencia, cada vez más evidente en ciertos sectores de la población, de reencontrar valores y de adoptar modos de vida más "Naturales".

Muchos de los habitantes de las ciudades desean adquirir plantas medicinales y las consideran menos tóxicas que los fármacos, mientras que muchos pobladores del campo ansían tener acceso a los inyectables y píldoras, asumiendo que son mejores porque caracterizan la imagen del "progreso".

Lo ideal sería un sistema de medicina integral que combine las ventajas de la medicina moderna con las de la medicina tradicional, dando prioridad a los tratamientos preventivos, porque la prevención y la atención temprana son más eficientes y menos costosos que los tratamientos para curación.

El hombre a través del tiempo ha encontrado en los recursos naturales la solución a diferentes problemáticas, empleando las plantas a nivel alimenticio, industrial y medicinal, convirtiéndose de esta manera en materias primas de vital importancia para el avance de la humanidad.

La actividad farmacológica de las plantas reside principalmente en los metabolitos secundarios, que han llegado a un primer plano de interés debido a su variada actividad biológica. Estas sustancias comprenden más de 30 000 compuestos diferentes identificados hasta ahora, que se han clasificado como triterpenos, saponinas, fitoesteroles y/o sus precursores.

Es así como los productos naturales han desempeñado un papel importante en el desarrollo de fármacos, los cuales han sido la base de las primeras medicinas permitiendo el descubrimiento de diferentes productos, entre ellos los antibacterianos, en los últimos años, más de la mitad de los productos farmacéuticos usados, son derivados de productos naturales.

Dra. Concepción García Luján
Investigadora de tiempo completo
Jefa del Departamento de Posgrado e Investigación.



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



MISION

Formar personas competentes en el área de Ciencias Químicas, con sentido humano, científico y social que propicien el bienestar regional, estatal y nacional.

VISION

Ser una Facultad adaptable a las circunstancias nacionales y globales ofreciendo programas educativos de calidad, con personal docente y administrativo competente a través de la actualización dinámica en un ambiente armónico.

BIOQUÍMICA

(Bioenergética, proteínas, metabolismo, productos bioactivos)



"No hay nada repartido más equitativamente que la razón: todos están convencidos de tener suficiente"
René Descartes (1596-1650); filósofo, científico y matemático francés.

INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS CINÉTICOS PARA UNA REACCIÓN ENZIMÁTICA.

¹Sierra Campos Erick, ¹Valdez Solana Mónica Andrea.

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

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

Las enzimas son catalizadores biológicos vitales en el metabolismo celular y habitualmente son parte de diferentes vías metabólicas. Durante los primeros cursos de Bioquímica nos dicen que la mayoría de las enzimas siguen un comportamiento tipo Michaelis-Menten y que solo son necesarios determinar dos parámetros cinéticos (V_{max} y K_m) para caracterizar una enzima.

La velocidad máxima (V_{max}) se considera como parte de la eficiencia catalítica de una enzima, ya que mientras mayor sea su valor más sustrato se transforma en producto por unidad de tiempo. Por otro lado, la constante de Michaelis (K_m), representa el valor de la afinidad de la enzima por su sustrato y se considera que mientras menor sea este valor más afín es la enzima por su sustrato.

Sin embargo, muchas veces el estudiante no logra asimilar como se obtienen estos parámetros ya que existen una serie de graficas que nos permiten calcularlos y además desconocemos como se realiza el diseño experimental para obtener datos confiables que puedan ser empleados por los programas de análisis de datos tipo EXCEL para obtener valores confiables de V_{max} y K_m .

Por tanto, es importante considerar que en cinética enzimática hay dos ecuaciones fundamentales que son la base para obtener los parámetros cinéticos; la primera es la ecuación de la hipérbola rectangular (1) y la segunda es la ecuación de la línea recta (2).

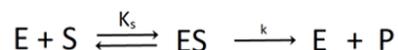
$$y = \frac{a(x)}{b + x} \quad (1)$$

$$y = m(x) + b \quad (2)$$

Donde el término "y" representa la variable dependiente, **a** y **b**, son constantes y **x** es la variable independiente.

Además, otro aspecto importante es no olvidar que las enzimas son catalizadores que favorecen que una

reacción química ocurra de manera más eficiente bajo condiciones fisiológicas. Así que entender el mecanismo cinético es el primer paso.



La E representa a la enzima; S es el sustrato; ES, representa el complejo enzima-sustrato y P es el producto.

El mecanismo de reacción anterior es una forma muy simple de representar los diferentes pasos de reacción que lleva a cabo una enzima típica para transformar el sustrato en producto. Por lo cual a partir de ese mecanismo es posible deducir la ecuación de Michaelis-Menten que asemeja a la ecuación 1 (3).

$$v = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]} \quad (3)$$

Donde K_s del mecanismo representa la K_m y la k es una constante catalítica que está ligada al parámetro de V_{max} a través de la siguiente ecuación.

$$V_{max} = k [E]_T \quad (4)$$

$[E]_T$ es la enzima total presente en el ensayo.

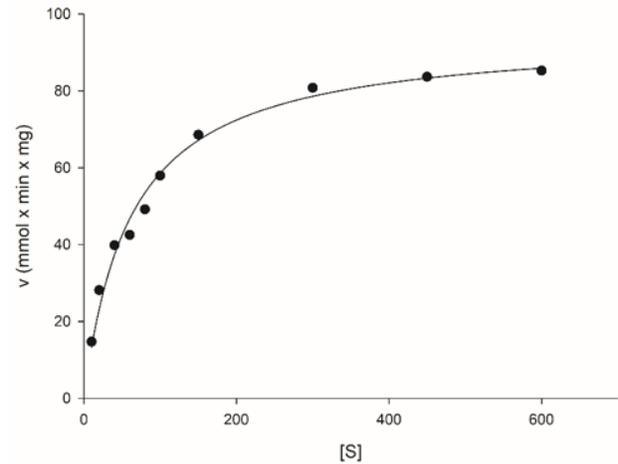
Si observamos con detalle la ecuación 3 y la comparamos con la ecuación 1 de la hipérbola rectangular vemos que tiene la misma forma matemática y que tanto Y como X representan la velocidad inicial v y la concentración del sustrato $[S]$. Así que nuestra variable dependiente será la v y la independiente la $[S]$. Mientras que los términos **a** y **b** son los parámetros cinéticos V_{max} y K_m , respectivamente.

Para ejemplificar mejor como se realiza una reacción enzimática que se ajuste a una hipérbola

rectangular que cumpla con el comportamiento Michaelis-Menten se muestran los siguientes datos experimentales (Tabla 1).

[S] (mM)	v ($\mu\text{mol} \times \text{min} \times \text{mg}$ proteína)
10	14.7
20	28.1
40	39.8
80	42.5
100	49.2
150	57.9
300	68.5
450	80.8
600	83.3

los parámetros cinéticos Figura 2.



Los datos se cargan en el programa Sigmaplot 12.3 y se genera la siguiente figura 1. Además, se le solicita al programa realizar un ajuste no lineal para una hipérbola rectangular y poder obtener los valores de

Figura 1. Grafica típica de saturación de sustrato para una enzima que se ajusta a un modelo de Michaelis-Menten.

Nonlinear Regression

martes, octubre 02, 2018, 05:05:28 p. m.

Data Source: Data 1 in Notebook1

Equation: Hyperbola, Single Rectangular, 2 Parameter

$$f = a*x/(b+x)$$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0.9928	0.9856	0.9838	3.1093

	Coefficient	Std. Error	t	P
a	94.7509	2.7901	33.9594	<0.0001
b	61.5761	5.9779	10.3007	<0.0001

Analysis of Variance:

	DF	SS	MS
Regression	2	35622.8086	17811.4043
Residual	8	77.3426	9.6678
Total	10	35700.1512	3570.0151

Corrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	5282.6125	5282.6125	546.4117	<0.0001
Residual	8	77.3426	9.6678		
Total	9	5359.9551	595.5506		

Statistical Tests:

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0.4987)

W Statistic= 0.9350 Significance Level = 0.0500

Constant Variance Test Failed (P = 0.0252)

Figura 2. Datos obtenidos por el programa de Sigma Plot 12.3

Nonlinear Regression

martes, octubre 02, 2018, 05:40:33 p. m.

Data Source: Data 1 in Notebook2

Equation: Polynomial, Linear

 $f = y_0 + a \cdot x$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0.9947	0.9894	0.9880	0.0019

	Coefficient	Std. Error	t	P
y0	0.0114	0.0008	15.1928	<0.0001
a	0.5529	0.0203	27.2793	<0.0001

Analysis of Variance:

	DF	SS	MS
Regression	2	0.0084	0.0042
Residual	8	2.8003E-005	3.5004E-006
Total	10	0.0084	0.0008

Corrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.0026	0.0026	744.1617	<0.0001
Residual	8	2.8003E-005	3.5004E-006		
Total	9	0.0026	0.0003		

Statistical Tests:

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0.5959)

W Statistic= 0.9438 Significance Level = 0.0500

Constant Variance Test Passed (P = 0.2746)

En base al análisis del ajuste se obtuvo que los valores para los términos a y b fueron 94.75 y 61.57 (recuadro en rojo), lo cual se traduce en que la V_{max} es 94.75 $\mu\text{mol} \times \text{min} \times \text{mg}$ y la K_m es 61.57 mM.

Cuando se ajustan los datos a un análisis por regresión no lineal con ayuda del programa Sigmaplot, ya no es necesario transformar los datos a un ajuste lineal. Sin embargo, para completar el ejercicio anterior y demostrar que los valores por ambos métodos serán los mismos o numéricamente muy parecidos.

Partiendo de la ecuación 2 y adaptándola en base a términos cinéticos nos queda:

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}} \quad (5)$$

Donde $y = 1/V_{max}$; $x = 1/[S]$; $m = K_m/V_{max}$; $b = 1/V_{max}$

Por tanto, es necesario sacar los inversos a los valores originales de la Tabla 1.

$1/v$	$1/[S]$
0.1	0.0678
0.05	0.0355
0.025	0.0251
0.0166	0.0235
0.0125	0.0203
0.01	0.0172
0.0066	0.0145
0.0033	0.0123
0.0022	0.0119
0.00166	0.0117

Los datos nuevamente se cargan en el programa Sigmaplot 12.3 y se genera la siguiente figura 3 y una vez más se le solicita al programa ajustar la gráfica a la ecuación de una línea recta Figura 4.

En base al análisis del ajuste se obtuvo qué los valores para los términos **y₀** y **a** fueron 0.0114 y 0.5529 (recuadro en rojo), lo cual se traduce en que la **y₀** corresponde al inverso de la V_{max} cuyo valor es 87.7 μmol x min x mg y el término **a** corresponde a la pendiente que en la ecuación 5 es Km/V_{max} cuyo valor es 0.5529. Al realizar un despeje algebraico básico se puede despejar Km y con el valor obtenido de V_{máx}, el valor es de 48.48 mM.

En conclusión, se debe ser cuidadoso al momento de definir cuáles son los valores reales de la enzima y para esto no solo se toman en cuenta los valores de los términos de la ecuación, también es importante considerar las pruebas estadísticas de los datos que

también son incluidos en la parte inferior del reporte del ajuste (ver recuadro azul de las figuras 2 y 4).

Por último, se les recomienda revisar dos artículos originales muy interesantes y que resultan ser básicos para todos aquellos que quieran estudiar la actividad de una enzima:

- Cornish-Bowden A. Analysis and interpretation of enzyme kinetic data. Perspectives in Science (2014) 1, 121-125.
- Storer AC, Darlison MG, Cornish-Bowden A. The nature of experimental error in enzyme kinetic measurements. Biochem J. (1975) 151, 361-367.

Cuerpo académico UJE-CA-103 Ciencia y Tecnología de Alimentos LGAC: Desarrollo e innovación de Alimentos

Nombre proyecto	Investigador responsable	
<p>Potencial nutracéutico de maíz pigmentado cultivado en la comarca lagunera.</p>	<p>Miguel Aguilera Ortíz</p> 	
<p>Caracterización y purificación de la enzima coagulante de la leche presente en la <i>Moringa oleifera</i> y su uso potencial en la elaboración del queso de soya.</p>	<p>Erick Sierra Campos</p> 	
<p>Purificación y caracterización bioquímica de las proteasas de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam. Y su uso potencial en la producción de péptidos bioactivos por la hidrólisis de la K-caseína y β-conglucina</p>		
<p>Los polifenoles del extracto de <i>Moringa oleifera</i> evitan la disfunción mitocondrial y estimular el estado redox celular en ratas con diabetes tipo II.</p>		
<p>Proteómica y genómica de especies bacterianas y virales aisladas de especies animales</p>		
<p>El extracto de las hojas de <i>Moringa oleifera</i> protege contra la dislipidemia metabólica en ratas diabéticas al regular la paraoxonosa-1 y la oxidonitricosintasa</p>		
<p>Compuestos activos con capacidad hipoglucemiante en <i>Cnidioscolus chayamansa</i> (chaya), <i>Euphorbia prostrata</i> (Hierba de la golondrina), y <i>Jathrophia dioica</i> (Sangre de drago).</p>	<p>Juan Ramón Esparza Rivera</p> 	
<p>Producción de hortalizas de alta rentabilidad con sustratos y soluciones nutritivas orgánicas bajo invernadero.</p>		
<p>Diseño y uso de cubiertas comestibles a base de polisacáridos para aumentar la vida de anaquel de frutas y hortalizas</p>	<p>Jorge Armando Meza Velázquez</p> 	
<p>Aplicación de tecnologías emergentes para la conservación de alimentos</p>		

ALIMENTOS

(Alimentos funcionales e innovación de los alimentos)



"Vale más actuar exponiéndose a arrepentirse de ello, que arrepentirse de no haber hecho nada"
Giovanni Boccaccio (1313-1375); escritor italiano.

PROPIEDADES FITOQUÍMICAS DE TROZOS DE MELÓN CONFITADOS

¹Gutiérrez Alonso Perla Marisela, ¹Reza-Vargas María del Carmen, ¹Meza Velázquez Jorge Armando, ¹Aguilera-Ortíz Miguel*

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

Email: maguilerao@ujed.mx

Resumen

La caracterización fitoquímica de nuevos productos especialmente cuando se desconoce su presencia, es fundamental en un nuevo producto especialmente debido a que el público consumidor da por hecho que aportan la presencia de componentes llamados fitoquímicos y que actualmente se prefieren debido al beneficio que aportan a la salud presumiblemente. El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante presentes en trozos de melón confitado. Los resultados muestran que los trozos de melón confitado presentan una concentración de fenoles totales de 2.5110 $\mu\text{mol/g}$ a 0.0035 $\mu\text{mol/g}$, la concentración de flavonoides totales de 2.2253 a 1.0961 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico y una capacidad antioxidante de 47.452 a 17.97 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a trolox. Por lo que los trozos de melón confitado contienen fitoquímicos como polifenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante.

Palabras clave: Fitoquímico, fenoles, flavonoides, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The phytochemical characterization of new products, especially when their presence is unknown, is fundamental in a new product, especially since the consuming public assumes that they provide the presence of components called phytochemicals and that they are currently preferred due to the health benefit they presumably provide. The objective of this work was to determine the concentration of total phenols, total flavonoids and antioxidant capacity present in pieces of candied melon. The results show that the candied melon pieces have a total phenol concentration of 2.5110 $\mu\text{mol/g}$ to 0.0035 $\mu\text{mol/g}$, the total flavonoid concentration of 2.2253 to 1.0961 $\mu\text{mol/g}$ gallic acid equivalent and an antioxidant capacity of 47.452 to 17.97 $\mu\text{mol/g}$ equivalent to trolox. So the pieces of candied melon contain phytochemicals such as total phenols, flavonoids and antioxidant capacity.

Key words: Phytochemical, phenols, flavonoids, antioxidant capacity.

Introducción

El melón (*Cucumis melo*) es un cultivo cíclico, de clima seco y cálido, requiere temperaturas de 25 a 28° C para su producción; originario de Asia y África y apreciado por su sabor y su contenido alimenticio. Existen rastros de su presencia desde la antigüedad, sin embargo, hasta el siglo pasado se produce y comercializa con métodos modernos. El melón es esféricos y ligeramente aplastados, de peso entre 700 g y 1200 g, de costillas poco marcadas, piel fina y pulpa naranja, dulce (11-15 °Brix) y de aroma característico de la familia de las Cucurbitáceas cuyos frutos son precoces. A nivel mundial los continentes productores de melón son: África, Asia, Europa, Norteamérica, Oceanía y Sudamérica, la producción mundial de melón ha alcanzó los 30.000 millones de kilos, donde su principal exportador es España. La producción de melón en México pasó de 543 mil a 564 mil toneladas entre 2015 y 2016, con lo que aumentó la disponibilidad de este producto para consumo interno y exportaciones, reportó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Los principales estados productores de este fruto son Coahuila, Sonora, Michoacán, Guerrero y Durango, que representan el 82.4 por ciento del total generado en el país. Coahuila aporta 119 mil 187 ton; Sonora, 107 mil 150 ton; Michoacán, 93 mil toneladas; Guerrero, 92 mil 196 ton, y Durango, 53 mil 945 ton. Respecto a los crecimientos entre 2015 y 2016, el Estado de México aumentó su producción de melón en 309 por ciento; Zacatecas, 129.5 por ciento; Nayarit, 106.8 por ciento; Puebla, 64 por ciento, y Sonora, 54.5 por ciento. Aumentaron también, Baja California Sur, 37.4 por ciento; Guanajuato, 37.2 por ciento; Colima 36.2 por ciento; Chihuahua, 34.3 por ciento; Guerrero, 4.5 por ciento, y Yucatán, 4.2 por ciento. Entre los municipios productores de melón se encuentra Matamoros, San Pedro, Torreón, Viesca, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí y Tlahualilo. Matamoros y

Mapimí concentran 56% de la producción total de melón obtenida en la Comarca Lagunera; la cual ocupó el primer lugar en producción de melón al contabilizar cuatro mil 948 ha, con una producción de 145 mil 753 ton, que representan el 26 por ciento de la producción nacional la producción de melón en la Laguna se ubica en la zona de Tlahualilo y el poblado de Ceballos, perteneciente al municipio de Mapimí, con una producción durante 2016 de 53 mil 945 ton. La temporada de cosecha del melón son los meses de marzo, mayo, junio y agosto, cuando se obtiene el 47.5 por ciento de la producción total. El melón es un fruto que generalmente es consumido fresco, en ensaladas y cócteles, jugos, dulces y helados. Sin embargo, el desarrollo de nuevos productos ha generado procesos que permiten obtener trozos de melón confitado de los cuales se desconoce su composición fitoquímica la cual incluye los flavonoides y los polifenoles ya que presentan propiedades antioxidantes. El desarrollo de nuevos productos a nivel mundial va en aumento aun y cuando una parte de la población busca consumir alimentos de origen natural. Predominando los productos lácteos, alimentos infantiles, aceites y grasas y alimentos deshidratados, siendo el principal motor de innovación en la industria alimentaria la salud, que se dirige de manera especial a segmentos clave de consumidores con necesidades específicas a fin de satisfacer su necesidad. Actualmente el público consumidor busca consumir alimentos que contengan compuestos que se cree que benefician la salud, especialmente aquellos derivados de productos naturales como las frutas.

Materiales y métodos

Muestras experimentales

Se utilizaron 12 kg de trozos de melón obtenidos de los diferentes procesos de confitado de productos de investigación y 3 kg de melón fresco que fueron adquiridos en Matamoros, Coahuila. Seleccionando solo aquellos melones que presentaron 10 - 12 °Brix.

Preparación de las muestras experimentales

El proceso de analizar los trozos de melón confitado consistió en la recepción del mismo, se cortaron finamente y en seguida fueron sometidos a extracción metanólica durante 24 horas al resguardo de la luz a una temperatura ambiente y con agitación. Los tratamientos fueron A, B, C y D, y el fresco. Después de que se obtuvo el extracto se midió las absorbancias en el espectrofotómetro UV para obtener los datos

y ser sometidos a análisis estadísticos para así tener los resultados correspondientes a cada tratamiento, estos consisten que durante el proceso de confitado los trozos de melón son reforzados en su estructura a través del Ca(OH)_2 , previo a los procesos térmicos empleados para la concentración del hasta llegar a la formación de cristales de sacarosa al interior del fruto.

Extracto metanólico

Pesar 1 g de muestra, adicionar 20 mL de metanol, dejar en agitación durante 24 h al resguardo de la luz a temperatura ambiente, centrifugar el extracto a 5000 rpm durante 30 min a 4°C, se extrae el sobrenadante para hacer la cuantificación de los análisis fitoquímicos.

Fenoles

La técnica para determinar fenoles consiste en 1 mL de agua desionizada, más 500 µL del reactivo Folin-Ciocalteu, se añade 100 µL de extracto, dejan reposar 5 min, después agregan 2 mL de Na_2CO_3 al 10%, se ajusta a 10 mL de volumen final, y se deja reposar las muestras 90 min a temperatura ambiente, por último se miden a 700 nm frente al blanco en el espectrofotómetro, donde los resultados fueron reportados equivalentes a catequina con base en una curva estándar de catequina (Cordador y col., 2012).

Flavonoides

Para determinar los flavonoides se utilizaron 250 µL de extracto, 2 mL de agua desionizada, 150 µL de solución al 5% de NaNO_2 , 300 µL de solución al 10% de AlCl_3 se dejó reposar por 5 minutos después añadir 1 ml de NaOH 1M, más 2 mL de Na_2CO_3 al 10% y se ajusta a 10 mL de volumen y por último medir a 510 nm. Se realizaron nueve repeticiones para cada tratamiento para obtener los resultados correspondientes donde fueron reportados equivalentes a ácido gálico con base en una curva estándar de ácido gálico.

Capacidad Antioxidante

Esta técnica se realizó mediante el ensayo de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Donde se agregó 1.2 mg DPPH más 20.5 mL Metanol, se aforó a 25 mL con agua destilada, después se sonificaron tanto la muestra como el metanol (blanco) por 5 min, se agregó a cada celdilla 100 µL de extracto más 2.3 mL DPPH. Los resultados fueron reportados como

equivalente al trólox con base en una curva estándar de trólox (Fukumoto y Mazza, 2000).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un ANOVA con un nivel de significancia de 0.05, y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan, utilizando el software.

Resultados y discusión

Concentración de fenoles en diferentes lotes de melón confitado

Los resultados obtenidos de la concentración de fenoles totales en trozos de melón confitados, como se presentan en la Figura 1, muestran que existe diferencia significativa entre los diferentes lotes.

Debido a que el análisis de varianza mostró diferencia significativa los datos obtenidos fueron analizados mediante una comparación de medias de Duncan a través de la cual se puede observarse que el melón confitado de lote B es diferente a los lotes A, C y D, con una menor concentración de fenoles equivalentes a catequina el cual presenta un valor de 0.0035 $\mu\text{mol/g}$. Una mayor concentración de polifenoles puede observarse en muestras de melón confitado del lote C con 2.5110 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a catequina.

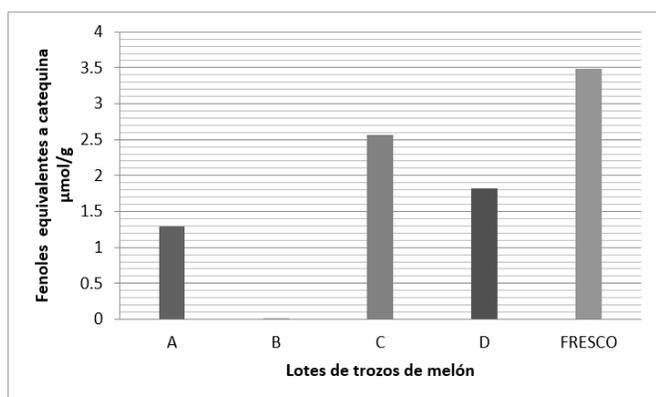


Figura 1. Concentración fenoles equivalentes a catequina en $\mu\text{mol/g}$ en diferentes trozos de melón confitado y fresco.

La concentración de fenoles en trozos de melón confitado de los diferentes lotes con respecto a trozos de melón fresco es menor en el lote C, se tiene una concentración de 2.5710 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a catequina.

Bermudes y col. (2013) reportaron valores de

contenido de fenoles totales en melón fresco estos valores están en un rango de 16.1190 a 25.5236 mg de ácido gálico por gramo de muestra puede deberse a distintos factores en el momento de la cosecha como el pH del suelo, el clima de la región y el tiempo de maduración que tenga.

En los frutos uno de los factores que dependen para la presencia de fenoles, está en las diferencias de maduración y la región geográfica del origen (Maestrelli y col., 2001), otro factor que puede influir en la concentración de fenoles es la variedad del fruto, así como el proceso al cual es sometido el mismo.

Concentración de flavonoides en diferentes lotes de melón confitado

Los resultados obtenidos del análisis de trozos de melón confitados fueron analizados estadísticamente observándose que existe diferencia significativa (Figura 2). Debido a que el análisis de varianza mostró diferencia significativa, los datos obtenidos fueron analizados mediante una comparación de medias de Duncan a través de la cual se puede observarse que el melón confitado de lote B es diferente a los lotes A, C y D se muestra diferente concentración de flavonoides equivalentes a ácido gálico con un valor de 1.5710 $\mu\text{mol/g}$. Una mayor concentración de flavonoides en muestras de melón confitado del lote A con 2.2253 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico.



Figura 2. Concentración flavonoides equivalentes a ácido gálico en $\mu\text{mol/g}$ en diferentes trozos de melón confitado y fresco.

La concentración de flavonoides en trozos de melón confitado en diferentes lotes es mayor en el lote A con un valor de 2.2253 $\mu\text{mol/g}$, en el lote B existe una menor concentración con valores de 1.5710 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico en comparación a la concentración de fenoles en trozos de melón fresco con un valor de 2.9403 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico.

Esparza Martínez y col. (2016), muestran como resultado analizar una fruta la cual consiste en someter el residuo de mandarina al secado con tres temperaturas diferentes 60, 90 y 120°C, observaron que al aumentar la temperatura el contenido de flavonoides totales incrementó el contenido de estos de 2.54 a 3.21 mg/100 g.

Capacidad antioxidante

Los datos de la capacidad antioxidante equivalente al trolox en cada uno de los diferentes lotes de melón confitado se muestra en el Cuadro 1, los datos muestran diferencias significativas. Mediante una comparación de medias de Duncan puede observarse que existe una diferencia mínima significativa entre los tratamientos siendo iguales los lotes B, C y D, al mismo tiempo diferentes con respecto al A. Se observa que los trozos de melón confitados A presentan una mayor capacidad antioxidante en comparación a los trozos de melón confitados B, C y D incluso con respecto a los trozos de melón sin procesar el cual presenta una capacidad antioxidante de 42.36 μmol equivalentes a trólox/g.

Cuadro 1. Comparación de medias Duncan de capacidad antioxidante en lotes de melón confitado y fresco.

Tipo de melón confitado	Capacidad Antioxidante (equivalente al $\mu\text{mol/g}$)
A	47.452 ^a
B	30.908 ^b
C	17.907 ^b
D	23.348 ^b
Melón fresco	42.366 ^c

La diferencia existente de la capacidad antioxidante puede ser debida a diferentes factores que influyen en los productos de origen vegetal debido a que el total de fitoquímicos presentes en la muestra. Lo anterior es debido según Dewanto y col. (2002) a que la mayor parte de la capacidad antioxidante proviene de la combinación natural de fitoquímicos. Esto sugiere que las frutas y verduras procesadas pueden retener su actividad antioxidante a pesar de la pérdida de algunos de ellos como la vitamina C. Lo anterior ha sido demostrado al estudiar tomate crudo y tomate sometido a un proceso térmico en los cuales la capacidad antioxidante en tomate crudos fue de 4.13 μmol equivalente a vitamina C/g de tomate, en tomate sometido a tratamiento térmico de 88°C durante 2, 15 y 30 min, la capacidad antioxidante total aumentó significativamente a 5.29 μmol

equivalentes a vitamina C/g de tomate lo anterior demuestra que el procesamiento térmico mejora el valor nutricional de los alimentos aumentando la capacidad antioxidante total como pudo suceder en la muestra de melón confitado A que presenta una mayor capacidad antioxidante con un valor de 47.452 $\mu\text{mol/g}$.

La temperatura y su efecto en la capacidad antioxidante también ha sido estudiada (Hecimovic y col., 2011, Vega y col., 2017) al demostrar que la temperatura del proceso puede influir en la capacidad antioxidante al observar los procesos empleados en la obtención de café arábica con tostado ligero, medio y oscuro, logrando observar que estos procesos influyen positivamente al aumentar la capacidad antioxidante después de estos procesos.

El efecto de la temperatura en la capacidad antioxidante de los fitoquímicos encontrados en alimentos de origen vegetal y que han sido procesados también ha sido observada por Rivera-López y col. 2005, al estudiar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de algunos componentes bioactivos presentes en frutos cortados en rodajas y cubos. Los resultados mostraron que los cubos o rebanadas de papaya pueden permanecer hasta 8 días almacenados a 5°C sin cambios significativos en sus calidad comercial y componentes bioactivos (Vitamina C y β -carotenos) y capacidad antioxidante total.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los valores obtenidos de la capacidad antioxidante reflejan la cantidad y la reactividad de los antioxidantes presentes en la muestra en determinado tiempo (Kuskoski y col, 2005). El incremento o permanencia de compuestos con actividad antioxidante se asocia con la tolerancia o retraso en la aparición de daño en los tejidos de las muestras.

Por otra parte, el oscurecimiento del tejido debido a la degradación de fenoles, catalizada por la enzima polifenol oxidasa (PPO), además de afectar la apariencia del producto disminuye la actividad antioxidante por la pérdida de esos compuestos (Salveit, 1997). El cortado promueve la síntesis de etileno, acelerando los procesos de senescencia del producto donde tiene lugar la oxidación de compuestos bioactivos (Watada y col., 1990). Durante la senescencia, la acción de la enzima lipoxigenasa (LOX) resulta en la oxidación de ácidos grasos y al mismo tiempo, los carotenoides pueden degradarse por co-oxidación.

Conclusión

La presencia de fitoquímicos tales como fenoles y flavonoides totales, así como la capacidad antioxidante en melón confitado presenta mayor concentración de fenoles totales en el lote C y con una menor concentración en el lote B correspondientes a $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a catequina. Para flavonoides totales, se observa una concentración mayor en el lote A y una menor en el lote D, estos valores correspondientes en $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico. Y un valor mayor en capacidad antioxidante en el lote A y con una menor concentración en el lote C expresados en $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a trólox. El proceso de confitado no afecta la concentración de los componentes fitoquímicos de la fruta.

Literatura citada

- Bermúdez Alejandra, Maritza Narváez, Martha I. Cadena, Alfredo Ayala-Aponte. 2013, Reducción De Pérdida De Calidad De Melón (Cucumis Melo) Durante La Congelación Mediante Aplicación Previa De Deshidratación Osmótica. Pag-24.
- Dewanto Veronica, Xianzhong Wu, Kafui K. Adom, And Rui Hai Liu, 2002. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. Department of Food Science and Institute of Comparative and Environmental Toxicology, Stocking Hall, Cornell University, Ithaca, New York 14853 3010 *J. Agric. Food Chem.* 50, 3010,3014.
- Esparza-Martínez F. J., Miranda-López R., Guzmán-Maldonado S. H. 2016. "Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la producción de jugo de mandarina (*Citrus Reticulata* Satsuma)" Vol. 1, No. 1.
- Fukumoto L R, G Mazza 2000 Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 48:3597-3604.
- Kuskoski Marta, Agustín G. Asuero, Ana M. Troncoso, Jorge Mancini-Filho, Roseane Fett. 2005. Aplicación De Diversos Métodos Químicos Para Determinar Actividad Antioxidante En Pulpa De Frutos1 *E. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 25(4): 726-732.
- Maestrelli, A., Lo Scalzo, R., Lupi, D., Bertolo, G., Torreggiani, D. 2001. Partial removal of water before freezing: cultivar and pre-treatments as quality factors of frozen muskmelon (*Cucumis melo*, cv *reticulatus* Naud). *Journal of Food Engineering*, 49, 255-260.
- Rivera-Lopez J, Vazquez-Ortiz F, Ayala-Zavala F, Sotelo-Mundo R, Gonzalez-Aguilar G. 2005. Cutting shape and storage temperature affect overall quality of fresh-cut papaya cv. "Maradol". *J. Food Sci.* 70: s482-s489.
- Saltveit, M.. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. In: Salveit, M.E., Proceedings of 7th International Controlled Atmosphere Conference, vol. 4, Postharvest Outreach Program, University of California, Davis, CA, pp. 98-117.
- Vega Aracelly, Javier A. De León y Stephany M. Reyes 2017. Determinación del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá.
- Watada, A.E., K. Abe, and N. Yamauchi. 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol.* XX:116, 118, 120-122
- Cardador-Martínez A, G Loarca-Piña, B D Oomah 2002 Antioxidant activity in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.* 50:6975-6980.
- Hecimovic I, Belscak-Cvitanovic A, Horzic D, Komes D 2011. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food chemistry*, Vol.129, pp. 991-1000.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, BETALAÍNAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN PITAYA (*Stenocereus griseus* H.) Y TUNA ROJA (*Opuntia ficus-indica*)

¹Montelongo Campista Carmen Edith, ¹Reza-Vargas María del Carmen, ¹Sierra-Campos Erick, ¹Aguilera-Ortíz Miguel*

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

* Email: maguilerao@ujed.mx

Resumen

La familia Cactaceae, originaria del Continente Americano, agrupa a cerca de 2,000 especies, las cuales han logrado adaptarse a los climas desérticos. La composición fisicoquímica en las variedades de pitaya y tuna roja nos muestra que las características son totalmente diferentes, la cuantificación del contenido de betalaínas y capacidad antioxidante en pulpa de pitaya y tuna roja, las mediciones de los grados Brix, color, pH en la pulpa de pitaya y tuna roja donde las muestras fueron obtenidas en el poblado de Nazareno Dgo. Las mediciones de pH y en la pulpa de pitaya con un promedio de 4.3 y tuna con un promedio de 5.7. Los °brix en pulpa de pitaya fue de 9.9 y 13.2 en pulpa de tuna; Lo que nos indica que el sabor de la pitaya es agridulce. El contenido de betalaínas en las cactáceas es diferente, dado que las betalaínas son más abundantes en la pulpa de pitaya que en la pulpa de tuna roja. Las betalaínas se consideran los compuestos que más contribuyen a la actividad antioxidante, en los frutos de pitaya, los cuales representan una alternativa como fuente de betalaínas y de antioxidantes.

Palabras clave: pitaya, tuna, pH, °brix, betalainas y actividad antioxidante.

ABSTRACT

The Cactaceae family, originally from the American continent, groups about 2000 species, which have managed to adapt to desaticos climates. The physicochemical composition in pitaya and red tuna varieties shows that the characteristics are totally different, the quantification of betalaine content and antioxidant capacity in pitaya and red tuna pulp, measurements of Brix degrees, color, pH in the pulp of pitaya and red tuna where the samples were obtained in the town of Nazareno Dgo. The pH and pitaya pulp measurements with an average of 4.3 and prickly pear with an average of 5.7. The °brix

in pitaya pulp was 9.9 and 13.2 in prick pulp; Which indicates that the pitaya's taste is bittersweet. The betalains content in cacti is different, since betalains are more abundant in pitaya pulp than in red tuna pulp. Betalains in pitaya fruits are consider to the compounds that contribute the most to antioxidant activity, observed in pitaya fruits, which represent an alternative source of betalains and antioxidants.

Key words: pitaya, prickly pear, pH, °brix, betalains and antioxidant activity.

Introducción

Hay una creciente demanda global por frutas tradicionales, que aumentan la diversidad gastronómica al proporcionar nuevos sabores, aromas, colores y apariencia atractiva para los consumidores. Este es el caso de varios frutos comestibles de las familias de cactáceas que se consumen frescos y tienen un alto valor comercial. La pitaya (*Stenocereus griseus* H.), una cactácea nativa de México, Centro y Sudamérica es una especie distribuida naturalmente en climas tropicales secos, y produce un fruto raro, atractivo y exquisito. Es un fruto complejo, que se desarrolla del ovario inferior, tiene forma redonda u ovoide, y está cubierto de brácteas; cuando madura, desarrolla un color rojo característico en el epicarpio y blanco en el mesocarpio, con pequeñas semillas negras embebidas. La pitaya tiene gran potencial industrial debido a su alto contenido de betalaínas (son metabolitos secundarios nitrogenados de las plantas que actúan como pigmentos rojos y amarillos), pigmentos que han sido considerados como una alternativa al uso de colorantes artificiales en alimentos. Además, se ha observado que estos pigmentos poseen propiedades antioxidantes, debido al gran potencial agroindustrial de la pitaya, se ha incrementado el interés internacional en su cultivo, comercialización y la búsqueda de alternativas de procesamiento.

Se denomina tuna al fruto del género *Opuntia* (familia *Cactaceae*) y se le conoce también con los nombres de cactus pear, prickly pear y fico d'india. El fruto es ovoide con un pericarpio grueso, la pulpa es jugosa y dulce, y contiene numerosas semillas. Presenta altos niveles de ácido ascórbico, fibra y algunos aminoácidos (prolina, glutamina y taurina), así como también calcio y magnesio. Debido a su alto contenido de fibra y polifenoles, la tuna es considerada como un alimento funcional y se ha reportado que su consumo reduce los niveles de glucosa en la sangre y los niveles de colesterol. La tuna se puede encontrar en una amplia gama de colores, que puede variar desde el blanco, amarillo, naranja, rojo y púrpura. La coloración del fruto está determinada por la presencia de pigmentos entre los cuales se encuentran las betalaínas. Las betalaínas son pigmentos solubles en agua e incluyen a las betacianinas de color rojo-violeta y las betaxantinas de color amarillo; por lo tanto, el color del fruto depende de la concentración y el tipo de betalaínas que se encuentren presentes. Estos compuestos presentan altos coeficientes de extinción molar con un poder de tinción comparable al de los colorantes sintéticos. Es por todo lo anterior que este trabajo se busca comparar la caracterización de dos variedades de cactáceas: pitaya y tuna roja-violeta regional de la comarca lagunera, siendo México el país con mayor producción de tuna en el mundo.

Materiales y métodos

Muestras experimentales

Las pitayas y las tunas rojas fueron recolectadas del Poblado de Nazareno, Dgo. Estas fueron transportadas en contenedores de madera y almacenadas en refrigeración hasta el momento de ser analizadas.

Preparación de las muestras experimentales

Las tunas y las pitayas se seleccionaron en base al grado de madurez y apariencia externa. Estas fueron lavadas y peladas con un cuchillo de acero inoxidable de forma manual. Enseguida, se procedió a extraer y cuantificar el contenido total de betalaínas; así como el pH, color y la capacidad antioxidante en los frutos frescos. Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos y se hizo la comparación entre cada una de las cactáceas.

Extracción y cuantificación de betalaínas

De cada fruto se tomó una muestra de 2 g de pulpa fresca macerada y se colocó en un matraz Erlenmeyer al que se añadieron 20 mL de metanol acuoso 80 % (v/v). La mezcla se sonicó por 10 min (Sonicador Digital Ultrasonic Cleaner HEATER), previo a su agitación por 20 min en un agitador orbital a temperatura ambiente y en oscuridad. Cada muestra se centrifugó a 2200 x g por 10 min en una centrífuga (Sol Bat C-600). El sobrenadante se guardó y el residuo se sometió a una segunda extracción con la metodología descrita. Los sobrenadantes se juntaron y se filtraron con papel Whatman Núm. 4.

El contenido de betacianinas se cuantificó mediante la absorbancia de los extractos de betalaínas a 538 nm en un espectrofotómetro (HACH DR 500). Para la conversión de las unidades de absorbancia en unidades de concentración se utilizó la expresión: $B(\text{mg/g}) = (A \times FD \times PM \times V) / (\epsilon \times L)$, donde B es betacianinas, A es la absorbancia a 538 nm para betacianinas, FD es el factor de dilución al momento de leer en el espectrofotómetro, PM es el peso molecular (Betanina = 550 g/mol), V es el volumen del extracto, ϵ es el coeficiente de extinción molar (Betanina = 60 000 L/mol.cm) y L es la longitud de la celda (1 cm).

Capacidad antioxidante por DPPH

Este método, desarrollado por (Brand-Williams y col., 1995), se basa en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH, por antioxidantes. Con modificaciones el método descrito por (Kim y col., 2002), se basa en la medida de la absorbancia del radical DPPH 100 μM (3,9 mL) disuelto en metanol al 80%, a la longitud de onda de 517 nm. Se añade 0,1 mL de la muestra o patrón, la mezcla se homogeniza cuidadosamente, y se mantiene en la oscuridad durante 30 min. Las medidas de absorbancia a 517 nm se realizan antes de añadir la muestra (A0) y pasados los 30 y 60 min. (Af). La concentración de DPPH en el medio de reacción se calcula a partir de una curva de calibrado obtenida por regresión lineal. Los resultados se expresan en TEAC, o sea, actividad equivalente a Trolox ($\mu\text{M/g}$ de muestra peso fresco). El antioxidante sintético de referencia Trolox, a una concentración de 0,08-1,28 mM en disolución de metanol al 80%, se ensaya en las mismas condiciones, expresándose los resultados en TEAC.

pH

Esta Norma NMX-F-317-S-1978. Establece el método para la determinación del pH en alimentos. Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH 4, pH 7 y pH 10 según la acidez del producto. Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a 20°C ±0.5°C. Sumergir él (los) electrodo (s) en la muestra de manera que los cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el (los) electrodo (s) y lavarlo (s) con agua. El valor del pH de la muestra se lee directamente en la escala del potenciómetro.

Color triestímulo

La prueba se realizó con el espectrofotómetro 1234567890 utilizando el modo de lectura en valores absolutos, ángulo de visión de 10°, iluminante D65 y espacio de color L*H*C*. Se colocó el espectrofotómetro sobre la superficie del fruto, se disparó el botón para realizar la medición en tres puntos diferentes de la cáscara y pulpa, según el caso y se registraron los valores del color en modo en el espacio L*H*C*, que se mostraron en la pantalla.

Análisis estadístico

Se utilizaron las medidas de tendencia central (media, moda, mediana, desviación estándar, coeficiente de varianza, etc.).

Resultados y discusión

pH y °Bx

Los resultados obtenidos de la medición de pH en la pulpa de pitaya indican que se tuvieron valores de un rango de 4.2 a 4.4 obteniendo un promedio de 4.3. Mientras que la medición de grados Brix los resultados obtenidos en un rango de 9.6 a 10.3 obteniendo un promedio de 9.9. En el caso de los resultados de la medición de pH en pulpa de tuna indica que se tuvieron valores en un rango de 5.40 a 6.0 obteniendo un promedio de 5.7. En los grados Brix en la pulpa de tuna se tuvieron resultados en un rango de 12.1 a 14 con un promedio de 13.2. Los resultados de °Brix y pH de los frutos rojos recolectados en el poblado de Nazareno, Dgo., nos indica un comportamiento similar en *Ficus-indica*, no manifiesta cambios en el pH al avanzar la madurez, permaneciendo prácticamente constantes en valores cercanos a 6.0. Cerezal y Duarte (2005). Los sólidos

solubles totales aumentan al progresar la madurez, alcanzando valores similares a los encontrados cercanos a 14°Brix. Tanto en tunas de verano, 14.0 a 17.3 °Brix, como de invierno, 13.1 a 16.0 °Brix; y también en el intervalo de 12.1 a 17.3, para la fracción pulpa. La composición química de la pulpa de pitaya roja, el pH es de 4.2. Los azúcares totales alcanzando un porcentaje de 9.2 mostrados en la.

Color triestímulo

Con respecto a los parámetros de color en las variedades de pitaya y tuna rojo-violeta, utilizando los parámetros de color; Luminosidad, Hue y Chroma.

- El ángulo Hue (matiz o tono) indica el color de la muestra.
- El chroma indica la pureza del color: a valores más altos, colores más vivos.
- Luminosidad u oscuridad: a valores más altos mayor luminosidad.

Los resultados de color en las mediciones de la pulpa de pitaya fueron: Luminosidad con un promedio de 57.198, una desviación estándar de 2.55 y un coeficiente de varianza de 0.92; Hue con un promedio de 352.04, una desviación estándar de 2.53 y un coeficiente de varianza de 0.99 y Chroma con un promedio de 25.24 con una desviación estándar de 3.72 y un coeficiente de varianza de 0.86, haciendo una medición en la escala de color la pulpa de pitaya entra en el ángulo del color violeta y el 0° rojo profundo.

Los resultados de color en las mediciones de la pulpa de tuna rojo-violeta fueron: Luminosidad con un promedio de 39.3 con una desviación estándar de 4.24 y un coeficiente de varianza de 1.24; Hue con un promedio de 5.56 con una desviación estándar de 3.51 y un coeficiente de varianza de 2.43 y Chroma con un promedio de 27.57 con una desviación estándar de 4.91 y un coeficiente de varianza de 1.19, haciendo una medición en la escala de color (Figura 1) la tuna entra en el rango de color 0° rojo profundo y 18.

El color en ambas cactáceas a simple vista puede notarse igual, pero al hacer las extracciones de color se pueden diferenciar las tonalidades de color en donde la pitaya presenta coloraciones violetas y la tuna coloraciones rosas.

Cuantificación de betalaínas

El contenido de betalaínas totales en pulpa de pitaya fue de 14.765 mg/g fue mayor que en la pulpa de tuna rojo fue de 12.1 mg/g. habiendo una diferencia importante en los resultados obtenidos en donde la pitaya presenta mayor concentración de betalaínas los resultados son mostrados en la (Cuadro 1).

Los valores de betalaínas en frutos de pitaya para varias especies del género *Hylocereus* son de 147.61 b ± 18.21 en mg/100 g de pulpa fresca.

Cuadro 1. Cuantificación de betalaínas en pulpa de pitaya y tuna roja.

	Pitaya	Tuna
B1	11.83	12.32
B2	17.16	14.79
B3	10.84	10.45
B4	19.23	10.84
	14.765 mg/g	12.1 mg/g

Capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos en la capacidad antioxidante nos indica que en pitaya se obtuvo un resultado de 49.68 µM eq. de trólox/g de muestra con un porcentaje de inhibición de 35.84 (Cuadro 2), en tanto a la pulpa de tuna se obtuvo un resultado de 31.92 a 49.68 µM eq. de trólox/g de muestra y un porcentaje de inhibición mostrados en la (Cuadro 3). Estos resultados indican que los metabolitos presentes en el extracto de pitaya y tuna son diferentes, y pueden relacionarse con el tipo de betalaínas. Se han obtenido valores de DPPH con concentraciones de 16.87 µM a 184.44 µM en extractos de metanólicos de betalaínas de pitaya *Stenocereus griseus* H. En los resultados no hay gran diferencia en los valores obtenidos de las concentraciones de los extractos de pulpa de pitaya y tuna.

Los resultados µM eq. de trólox/g de muestra de los extractos de pitaya y tuna fueron obtenidos de la curva estándar de las concentraciones de trólox despejando la ecuación de "y" despejando "x".

Cuadro 2. Concentración µM y % de inhibición en extracto pitaya.

Concentración	% inhibición	Abs T=0	Abs T=10	% inhibición
10	14.32	0.848	0.544	35.8490566
20	19.67			
40	28.37		49.68 µM eq. De	
80	50.03		trólox/ g de muestra	
160	95.12			

Cuadro 3. Concentración µM y % de inhibición en extracto tuna.

Concentración	% inhibición	Abs T=0	Abs T=10	% inhibición
10	14.32	0.815	0.601	26.25676687
20	19.67			
40	28.37		31.92 µM eq. de	
80	56.03		trólox/ g de muestra	
160	94.12			

Conclusión

La investigación realizada en la pulpa de pitaya y tuna roja se ha enfocado principalmente en la composición química y características físicas de los frutos. El contenido de betalaínas en las cactáceas es diferente entre los dos colores de los frutos analizados, dado que las betalaínas son más abundantes en la pulpa de pitaya que en la pulpa de tuna roja. Se consideran estos compuestos como los que más contribuyen a la actividad antioxidante, observada en los frutos de pitaya, los cuales representan una alternativa como fuente de betalaínas y de antioxidantes. La composición fisicoquímica de la de pitaya y tuna roja nos muestra que las características son totalmente diferentes, las concentraciones de azúcares totales son mayor en la pulpa de tuna que en la pulpa de pitaya. Por otra parte, el sabor que presenta la pulpa en las dos variedades de cactáceas está relacionada con el valor de pH: la pulpa de pitaya tiene rango de 4.2 a 4.4 y un rango de 5.4 a 6.0 para la pulpa de tuna roja, lo que nos indica que el sabor de la pitaya es agridulce; La pulpa contiene además de los azúcares y ácidos, fibra, vitamina C, pectina y distintos pigmentos.

Literatura citada

Brand-Willlliams W. Cuvelier M.E. Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensm Wiss Technol. 22, 25-30.

Cerezal P., Duarte G. 2005. Algunas características de tunas (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2da Región de Chile., Departamento de Alimentos. Facultad de Recursos del Mar. Universidad de antofagasta.

Kim, D-O.; Lee, K.W.; Lee, H.J.; Lee, C.Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. J. Agric. Food Chem., 50, 3713-3717.

NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. (<http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s00.htm>).

Mathias-Rettin, K. y Ah-Hen, K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Agro Sur vol. 42(2).

QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

Perfil de Ingreso

El aspirante a ingresar a esta Facultad con el deseo de cursar la Carrera de Químico Farmacéutico Biólogo, debe reunir las siguientes características:

- Conocimientos generales de las ciencias básicas como son: Química, Física, Matemáticas y Biología.
- Ser creativo y observador, tener capacidad de síntesis y análisis crítico.
- Tener espíritu emprendedor, una actitud proactiva, capacidad para trabajar en equipo.

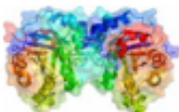
Perfil de Egreso

El Químico Farmacéutico Biólogo es un profesionalista que:

- Resolver problemas en las áreas de Biotecnología, Ciencias de los Alimentos, Diagnóstico Clínico, Ambiental y Farmacéutico.
- Dedicarse a la producción de bienes y servicios en áreas relacionadas con la salud, Químico-Farmacéutico, Legal, Patología, Forense, Laboratorio de Diagnóstico Clínico, etc.
- Desarrollar con ética y responsabilidad la innovación de productos farmacéuticos con el propósito de mejorar la calidad de vida del paciente.

Cuerpo Académico UJE-CA-131 Ciencias Farmacoquímicas de Productos Naturales

LGAC: Farmacoquímica de los Productos Naturales

Nombre proyecto	Investigador responsable	
Resistencia bacteriana a los antibióticos y búsqueda de serotipos bacterianos de interés clínico	Concepción García Luján	 
Productos naturales con propiedades bioactivas en plantas del semidesierto y en productos de la colmena		 
Desarrollo de diversos productos a base de cera de candelilla (<i>Euphorbia Antisiphylitica</i>)	Miguel Téllez López	
Aislamiento e identificación de alcaloides presentes en las hojas de <i>Coffea arabica</i>		
Evaluación hipoglucemiante de diversas especies vegetales		
Actividad biológica, farmacológica e inhibición enzimática de los géneros <i>Cirsium Silybum</i>	Ruth Alanís Bañuelos	
Relevancia de polimorfismos genéticos para las reacciones adversas y la respuesta clínica a fármacos		
Biofortificación de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. con selenio		
Evaluación fitoquímica, toxicológica e identificación molecular de <i>Ibervillea sonorae</i> Greene	Ángeles Sáenz Esqueda	
Evaluación del contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de mezclas del gel de aloe vera (<i>Aloe barbadensis</i> Miller) y pasta prensada de uva (<i>Vitis vinifera</i>) obtenidas mediante la aplicación de ultrasonidos de potencia.		



"No son las locomotoras, sino las ideas las que llevan y arrastran el mundo"
Victor Hugo (1802-1885); poeta y novelista francés.

ELABORACIÓN DE PASTA ORAL ANTIPARASITARIA PARA EQUINOS QUE CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD DE NOM-073-SSA1-2005

^{1,2}Rico del Río Adriana Erendira, ¹Hernández González Sandra-Isabel, ¹Martínez Romero Aurora, ¹Alba Romero José de Jesús, ²Piñera Cuellar Alfredo, ²Lozano Morán Martín.

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

²Comercializadora Pecuaría de México C.V. de C.V. "Mediker" Calle Indé No. 824, 4ta etapa del parque industrial, Gómez Palacio, Dgo.

E-mail: adrianaricodelrio.96@outlook.com

Resumen

Introducción: Las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción, productividad y presentación de alteraciones reproductivas, traduciéndose esto en altos costos para el control. Las causas que condicionan la estabilidad de los medicamentos son la labilidad de las sustancias activas y de los excipientes o coadyuvantes, propiedades químicas y fisicoquímicas. **Material y Métodos:** Se realizaron diseños y formulaciones de una pasta oral antiparasitaria para equinos que los cumpla con los requerimientos de estabilidad y los criterios de tres lotes piloto considerados en la NOM-073-SSA1-2005, mediante la estabilidad acelerada que marca dicha norma. **Resultados:** Se y formulación realizo el diseño de una pasta oral, la cual cumplió con las características organolépticas requeridas en esta forma farmacéutica, posteriormente se realizaron 2 lotes pilotos con la formulación, los cuales se sometieron a estudios de estabilidad acelerada, los cuales cumplen con las especificaciones marcadas por Farmacopea de Estados Unidos Mexicanos (FEUM) 2014 y NOM-073-SSA1-2005. **Conclusión:** En los dos lotes piloto que se han diseñado se ha desarrollado la formulación de un antiparasitario en forma farmacéutica de pasta oral para equinos que cumpla con los requerimientos de estabilidad de NOM-073-SSA1-2005.

Palabras clave: Ivermectina, Praziquanel, Estabilidad.

Abstract

Introduction: Parasitic diseases are considered as an important cause of morbidity and mortality of animals, reduction of production levels, productivity and presentation of reproductive alterations, translating this into high costs for control. The causes that condition the stability of the drugs are the lability of the active substances and the excipients or adjuvants, chemical and physicochemical properties. **Material and Methods:** Designs and formulations of an oral antiparasitic paste for equines that meet the stability requirements and the criteria of three pilot lots considered in NOM-073-SSA1-2005 were made, through the accelerated stability established by said standard. **Results:** Se and formulation made the design of an oral paste, which met the organoleptic characteristics required in this pharmaceutical form, then 2 pilot lots were made with the formulation, which were subjected to accelerated stability studies, which comply with the specifications set by the United Mexican States Pharmacopeia (FEUM) 2014 and NOM-073-SSA1-2005. **Conclusion:** In the two pilot batches that have been designed, the formulation of an antiparasitic in oral pharmaceutical paste form for equines that meets the stability requirements of NOM-073-SSA1-2005 has been developed.

Palabras clave: Ivermectina, Praziquanel, Estabilidad.

Introducción

En los últimos años, se han realizado importantes avances en cuanto a métodos no químicos para el control antiparasitario, como el control biológico, la resistencia genética o el desarrollo de vacunas (Ocampos et.al. 2015). Las infecciones por helmintos transmitidos por el suelo (STH) son causadas por nemátodos gastrointestinales (también conocidos como geohelmintos), como: *Ascaris lumbricoides*, anquilostomas (*Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*) y *Trichuris trichiura* y están entre las infecciones humanas más prevalentes en el mundo (Njenga et. Al. 2014). En los sistemas de producción ganadera ubicados en regiones tropicales y subtropicales del mundo, las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción, y presentación de alteraciones reproductivas, traduciéndose esto en altos costos (Ocampos et.al. 2015). El tratamiento de estos nemátodos parásitos es a menudo necesario para evitar problemas de salud o de bienestar animal, varios antihelmínticos están comercialmente disponibles para controlar estas infecciones (Geurden Thomas et.al. 2014). Existen varios compuestos químicos disponibles para el control de parásitos internos en el equino (Catillo et al. 2015). Los programas eficaces para controlar las infecciones parasitarias en caballos requieren un conocimiento extenso de las propiedades farmacocinéticas (SokóM, et al. 2015). Las avermectinas son un grupo de lactonas macrocíclicas químicamente relacionadas producidas por el actinomiceto *Streptomyces avermitilis* (Ocampos, et al. 2015). La eficacia de las lactonas macrocíclicas frente a los nemátodos más importantes de los caballos adultos ha hecho de ellos el patrón de oro de los programas de control de parásitos equinos (Saumell, et al. 2017). Muy bajas cantidades (< 1 Jg/Kg. p.v.) de ivermectina son suficientes para tener actividad antihelmíntica por vía oral o parenteral (Ocampos, et al. 2015).

Como el tratamiento recomendado contra todas las formas de esquistosomiasis, el fármaco de elección para el tratamiento de *H. nana* es el praziquantel (PZQ); Una sola dosis es altamente efectiva (Abou et al. 2014). Debido al bajo costo, la seguridad y la alta eficacia del praziquantel, la administración masiva de fármacos (FDA) se ha convertido en el pilar de los programas nacionales de control (Crellen et al. 2016).

Por lo antes expuesto, estos antiparasitarios son utilizados por los propietarios de los equinos

cocheros, los cuales son una herramienta de trabajo para muchas personas de escasos recursos en países en vía de desarrollo y debido a que muchas veces no cumplen con los calendarios de desparasitación se ve reflejado en la presencia de parasitismo gastrointestinal, sumado a lo anterior se encuentran la alimentación, las condiciones ambientales y los planes de vacunación inadecuados, los cuales en conjunto llevan a un deterioro del bienestar del animal, además del riesgo zoonótico que presentan algunos parásitos (Catillo et al. 2015).

El caballo puede albergar permanentemente parásitos, consigue parasitarse al ingerir alimentos contaminados con estiércol y expulsa millones de huevos con las heces que van a su vez a contaminar a las pasturas, esto es un ciclo ya que los caballos se alimentan de esas mismas pasturas por lo tanto la desparasitación periódica del caballo permite romper el ciclo parasitario y limitar así los riesgos de contaminación, es importante para el buen desempeño y el bienestar de equinos y propietarios cuidar la salud de estos animales en donde el estado parasitario tiene gran importancia, pues los caballos pueden presentar signos de desnutrición, debilidad, diarrea, lesiones de piel, cólico, signos respiratorios entre otros (Merial Laboratorios, S.A.). El ritmo de desarrollo y la introducción de nuevas formulaciones antihelmínticas para el control de parásitos equinos no parecen mantenerse al nivel de desarrollo de la resistencia y no se han introducido nuevas clases antihelmínticas con nuevos modos de acción desde la ivermectina a principios de los años ochenta (Nielsen, et al. 2016).

Es por eso que se requiere buscar diferentes formas farmacéuticas cambiando la concentración de los principios activos para así evitar la adaptación de los parásitos. Tomando en cuenta como principios activos a la ivermectina y el praziquantel, ya que cuentan con gran afinidad a los parásitos presentes en los equinos, el objetivo de este proyecto es desarrollar una formulación de un antiparasitario en forma farmacéutica de pasta oral para équidos que cumpla con los requerimientos de estabilidad de NOM-073-SSA1-2005

Materiales y métodos

La presente investigación fue ejecutada en la empresa Comercializadora Pecuaria de México S.A. de C.V., MEDIKER, en el área de diseño y formulación del laboratorio de control de calidad interno de dicha empresa, la cual se encuentra

ubicada en calle Indé No. 824, 4ª etapa Parque Industrial, Gómez Palacio, Dgo., México con un periodo de Octubre 2017- Diciembre 2018, este estudio es del tipo experimental-observacional, el experimento se realizó empleando pre-formulación y formulación de un nuevo producto veterinario. Después, se seleccionó una muestra la cual cumple con las características organolépticas requeridas por la forma farmacéutica, y se realizaron 3 lotes piloto con 8 muestras por cada lote teniendo un total de 24 muestras como lo marca la Norma oficial mexicana.

Las variables que se tomaron en cuenta para el estudio fueron las siguientes: Temperatura: fue la magnitud física que se usó para someter a las formulaciones a cierta cantidad de calor, la cual fue de $40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; humedad relativa, es la medida que se utilizó para saber la cantidad de humedad que se encontraba en la estufa, en la cual se encontraban las muestras, la cual fue $75\% \pm 5^{\circ}\text{C}$; concentración de los principios activos (ivermectina y praziquantel), la cual fue expresada en porcentaje, para saber la cantidad de principio activo, presente en el medicamento formulado; el recuento total de bacterias mesofílicas aerobias (RTBMA) y el recuento total de hongos y levaduras (RTHL), para saber la inocuidad del medicamento con respecto a microorganismos que podrían afectar la calidad del medicamento y por último el aspecto de la muestra, fue mediante la descripción de las características organolépticas del medicamento.

2.1. Pre-formulación

Descripción de la muestra: se vació, por separado, el contenido en 10 cajas Petri, limpias y secas, observado bajo condiciones de visibilidad.

Pureza

Se verificó la pureza mediante el certificado de calidad expedido por el fabricante.

Solubilidad

Siempre que se menciona la solubilidad, se entiende que es el grado de disolución de un polvo dentro de 30 minutos en un disolvente a la temperatura de 25°C , con agitación vigorosa durante 30 s a intervalos de 5 min. Esta propiedad se expresa con los siguientes términos:

Tabla 1. Términos de solubilidad

Términos	Partes de disolvente en volumen requeridas para 1 parte de soluto
Muy soluble	Menos de 1 parte
Fácilmente soluble	De 1 a 10 partes
Soluble	De 11 a 30 partes
Ligeramente soluble	De 31 a 100 partes
Poco soluble	De 101 a 1000 partes
Muy poco soluble	De 1001 a 10000 partes
Casi insoluble	Más de 10000 partes

2.2. Desarrollo del diseño y formulación

2.2.1. Selección de los auxiliares de formulación.

Se seleccionaron los excipientes de acuerdo a la forma farmacéutica del medicamento deseado, los cuales tuvieron la función de crear un medicamento estable y que cumpla las especificaciones requeridas.

2.2.2. Método de fabricación.

Dentro de la empresa Comercializadora Pecuaria de México S.A. de C.V. se cuenta con un Procedimiento Normalizados de Operación (PNO) en el cual se indica el método de fabricación de productos farmacéuticos, cumpliendo las características que requiera la forma farmacéutica para su presentación, como lo son la forma, densidad, consistencia, etc. Al término de la elaboración del producto farmacéutico se realizaron operaciones individuales, las cuales fueron propias de la empresa encargada de la fabricación del medicamento.

2.2.3 Selección de envase, cierre y empaque

Dentro de la empresa Comercializadora Pecuaria de México S.A. de C.V. se cuenta con un Procedimiento Normalizado de Operación (PNO) para la selección de envase primario y secundario, en el cual se indican las características que deben cumplir dichos envases, estos deben auxiliar al medicamento para que este cumpla con la vida de anaquel que el área de diseño y desarrollo de control de calidad interno ha establecido mediante la estabilidad del medicamento descrito en la NOM-073-SSA-1-2005.

2.3. Cumplimiento con la estabilidad acelerada de la NOM-073-SSA-1- 2005

2.3.1 Descripción de la muestra

Se vació por separado, el contenido del producto en 10 cajas Petri, limpias y secas, se observaron sus características bajo condiciones de visibilidad.

2.3.1 pH

Se efectuaron las determinaciones a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se lavaron el electrodo y los recipientes varias veces con agua destilada, dejando que los electrodos escurran el agua, se secó el recipiente con papel absorbente. Se ajustó la temperatura control, a la que estuvo la solución de prueba. Se enjuagó el electrodo y el recipiente con la solución de prueba. Posteriormente, se llenó el recipiente con esta solución y se efectuó la determinación de pH.

2.3.2. Valoración de Ivermectina

Sistema cromatográfico:

Condiciones del equipo: Cromatógrafo de líquidos equipado con detector de luz UV, a una longitud de onda de 254 nm. Columna de acero inoxidable de fase reversa de 15 cm x 4.6 mm empacada con L1; velocidad de flujo de 1.5 mL/min, a una temperatura de operación $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

Inyectar al Cromatógrafo por sextuplicados volúmenes iguales (20 μ L) de la preparación de referencia, ajustar los parámetros de operación y el tamaño de los picos, el coeficiente de variación no es mayor que el 1 por ciento. Una vez ajustados los parámetros de operación, inyectar al Cromatógrafo por separado, volúmenes iguales (20 μ L) de la preparación de la muestra, obtener sus correspondientes cromatogramas y calcular las áreas bajo los picos. Realizar el ensayo de la muestra por duplicado y promediar el resultado obtenido.

Aptitud del sistema:

Resolución: La resolución entre los picos H2B1b y H2b1a (el cual tomaremos para valorar la Ivermectina) no es menos de 3.0

Platos teóricos: no menos de 2000 H2B1a.

Factor de asimetría: No más de 2.5 para H2B1a.

Desviación estándar relativa: No más de 1.0% en inyecciones repetidas determinada a partir del pico de componente H2B1a.

Análisis:

Tomar los resultados de las áreas bajo los picos de la Preparación de referencia y preparación de la muestra y llenar la hoja de valoración F-LCON-28 calculando el porcentaje de la cantidad declarada de Ivermectina (compuesto H2b1a) en la porción de la solución tomada:

$$\text{Resultado} = (\text{ru} / \text{rs}) \times (\text{Cs}/\text{Cu}) \times 100$$

ru= Respuesta (área) bajo el pico de Ivermectina (compuesto H2b1a) en la preparación de la muestra.

rs = Respuesta (área) bajo el pico de SRef de Ivermectina (compuesto H2b1a) de la preparación de referencia.

Cs = Concentración de SRef de Ivermectina (compuesto H2b1a) en la preparación de referencia (mg/mL).

Cu= Concentración nominal de Ivermectina (compuesto H2b1a) en la preparación de la muestra (mg/mL).

Criterios de aceptación:

90.0 % - 110.0 % de Ivermectina.

2.3.3 Límites Microbianos

Procedimiento para preparación de muestra: se diluyó el producto de prueba (1:10) en solución de peptona.

Inóculos y dilución: A la muestra preparada y al control negativo, se inocularon más de 100 UFC.

Método de vaciado en placa: Se usó al menos 2 cajas Petri estériles añadir 1 mL de la muestra, una se adicionó de 15 mL a 20 mL de agar soya tripticaseína y la otra con agar saboraud dextrosa, mantenido a una temperatura no mayor que 45°C . Se incubaron las placas de soya tripticaseína a $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$ durante 3 días y el agar saboraud dextrosa a $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$ durante 2-3 días.

2.4. Controles del proceso

Se obtuvieron diversos controles de proceso, de

forma error y prueba en el lapso de tiempo y momento en el que se desarrollaba la fórmula del medicamento, teniendo como controles de proceso los siguientes puntos:

El personal de control de calidad verificó los parámetros del agua, básculas y balanzas. Todo el equipo de fabricación y áreas de llenado el cual incluyó pisos, paredes, ventanas, mesas, puertas equipo de aire y esclusa se lavaron con jabón alcalino, posteriormente fueron sanitizadas con alcohol al 75%. El personal portó el uniforme, manteniendo siempre el uso de guantes, control de calidad tomo una muestra a granel y la analizó, la muestra cumplió con las especificaciones. Aseguramiento de calidad determinó si la muestra es liberada de acuerdo a los resultados obtenidos.

Control de calidad interno informo a producción que se puede proceder a envasar el producto. Se llevo a cabo el llenado del producto de acuerdo con las especificaciones marcadas en el método de fabricación. Durante la fabricación del producto, se portó con el uniforme adecuado. El personal de control de calidad deberá verificar visualmente que no exista presencia de grumos y que los excipientes sólidos sean disueltos completamente durante la fabricación de la pasta oral. Durante el proceso del acondicionamiento del producto, control de calidad hizo revisiones periódicamente. El laboratorio de control de calidad realizó las pruebas y liberó el producto terminado.

Resultados y discusión

3.1 Pre-formulación

En esta etapa se obtuvieron resultados aceptables, indicados en los métodos de análisis tanto de la Ivermectina (tabla no. 2) como del praziquantel (tabla no. 3). Por lo tanto, los principios activos mencionados cumplen con los requerimientos para ser utilizados en las siguientes etapas del proyecto, como el diseño y desarrollo del nuevo fármaco.

Tabla 2. Pre-formulación Ivermectina.

ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
1. Descripción	Polvo ligeramente amarillo	Cumple con especificaciones
2. Pureza de la ivermectina	$H2B1a / (H2B1a + H2B1b) \geq 90.0$	97.8%
	$95.0 \leq H2B1a + H2B1b \leq 120.0$	96.5%
3. Solubilidad de ivermectina	Ligeramente soluble: agua	Cumple con especificaciones
	Soluble: alcohol	Cumple con especificaciones

Tabla 3. Pre-formulación Praziquantel.

ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
4. Descripción	Polvo cristalino parcialmente blanco e higroscópico	Cumple con especificaciones
5. Pureza del praziquantel	98.5%-101.0%	96.5%
6. Solubilidad de praziquantel	Soluble: alcohol	Cumple
	Ligeramente soluble: metanol	Cumple
	Casi insoluble: agua	Cumple

3.2 Desarrollo del diseño y formulación- Método de fabricación

En esta etapa se obtuvo satisfactoriamente un medicamento con una presentación farmacéutica de pasta oral, la cual cumplió con las especificaciones organolépticas. Con respecto a los excipientes usados, la concentración de estos y su actividad dentro del medicamento, así como, el método de fabricación. En la tabla No. 4 se pueden observar algunas características del medicamento, como concentraciones de los fármacos, envase primario, tamaño del lote y formulador.

3.3 Selección de envase primario

El área de diseño y desarrollo del laboratorio de control de calidad interno determina mediante diferentes pruebas en las cuales se determinó mediante la estabilidad acelerada, que el material del envase primario deberá ser de polietileno de alta densidad, ya que produce una barrera al vapor de agua, tiene resistencia térmica máxima de 60°C y química, así como al impacto.

3.4 Cumplimiento con la estabilidad acelerada de la NOM-073-SSA-1- 2005

Se realizó el diseño y formulación de una pasta oral, la cual cumplió con las características organolépticas requeridas en esta forma farmacéutica, posteriormente se realizaron 2 lotes pilotos con la formulación los resultados se muestran en la tabla no. 5, los cuales se sometieron a estudios de estabilidad acelerada, los cuales cumplen con las especificaciones marcadas por la norma. Los resultados que se han obtenido de los 2 lotes pilotos cumplen con las especificaciones marcadas por el laboratorio de control de calidad de Mediker, tomando como referencia los criterios de aceptación mencionados en los métodos generales de análisis de la Farmacopea de Estados Unidos Mexicanos (FEUM) 2014 y NOM-073-SSA1-2005.

Tabla 4. Diseño y desarrollo del medicamento.

Nombre del Producto	Forma Farmacéutica	Activo	Concentración	Presentación	Fórmula
Eq-Voral	Pasta Oral	Prazicuantel Ivermectina	60mg/mL 4.8mg/mL	Jeringa de PDA	Código interno
Tamaño de Lote (g)		Tipo de Desarrollo	Etapas de Desarrollo	Solicitado por	Formulador
200		Desarrollo de fórmula	Formulación	M.V.Z. Alfredo Piñera Cuellar	Adriana Eréndira Rico del Río

M.V.Z. Médico Veterinario Zootecnista

Tabla 5. Resultados del primer y segundo lote.

Determinación	Especificación	Inicio	Inicio	30 días	30 días	90 días
	Condición:	AMBIENTE	AMBIENTE	40 ± 2°C/75% H.R.	40 ± 2°C/75% H.R.	40 ± 2°C/75% H.R.
		LOTE No.1	LOTE No.2	LOTE No. 1	Lote No.2	Lote No.2
1. Descripción	La muestra es una pasta de color verde, con olor característico, con partículas propias de la muestra	Cumple con los requisitos de la prueba				
2. pH a 25°C	5.00-7.00	6.72	6.08	5.82	5.75	5.97
3. Valoración de Ivermectina	4.32 mg/mL - 5.28 mg/mL (90 %- 110 %)	100.01%	90.48%	98.23%	91.95%	96.75%
4. Valoración de Prazicuantel	54.0 mg/mL - 66.0 mg/mL (90 %- 110 %)	98.98%	93.88%	95.41%	98.29%	96.89%
5. Límites microbianos	Recuento total de Bacterias Mesofílicas Aerobias ≤100 UFC/mL	20 UFC/g	0 UFC/g	N. A	N. A	0 UFC/g
	Recuento total de hongos y levaduras ≤10 UFC/mL	Ausentes en 1 g de la muestra	Ausentes en 1 gramo de muestra			Ausentes en 1 g de la muestra

H.R.: Humedad Relativa

* UFC: Unidades Formadoras de Colonias*

* N.A.: No Aplica*

Conclusión

La evaluación de campo realizado por Agrovvet market de IverQuest (pasta oral antiparasitaria) con sabor a manzana facilitó la administración del medicamento, de igual forma no se observaron reacciones adversas respecto a la salud de los caballos, así lo menciona este laboratorio además que posee una mayor concentración de principios activos y la dosis es mayor que la pasta de Mediker. La formulación de Mediker no se tiene pruebas sobre reacción adversa, se realizará en la próxima etapa de evaluación del medicamento.

Literatura citada

1. Abou Shady Omayma M., Basyoni Maha M. A., Mahdy Olfat A., Zakka Bocktor Nardden. The effect of praziquantel and Carica papaya seeds on Hymenolepis nana infection in mice using scanning electron microscope. Parasitol Res. 2014.113:2827-22836.
2. Castillo Franz Cristian A., Jiménez Sierra Susana, Pérez Restrepo Laura M., Juliana Mira Hernández. Parasitismo gastrointestinal y pulmonar en caballoscocheros del municipio de Caldas, Antioquia, Colombia. Journal of Agriculture and Animal Sciences. 2015. 4(1):19-25.

3. Crellen Thomas, Walker Martin, Lamberton Poppy H. L, Kabatereine Narcis B., Tukahebwa Edridah M., Cotton James A, P.Webster Joanne. Reduced Efficacy of Praziquantel Against Schistosoma mansoni Is Associated with Multiple Rounds of Mass Drug Administration. Clinical Infectious Diseases. 2016. 63(9).
4. FEUM 11^a Ed. 2014. I:221-496.
5. Geurden Thomas, van Doorn Deborah, Claerebou Edwin, Kooyman Frans, De Keersmaecker Sofie, Vercruyse Jozef, Besogne Bruno, Vanimisetti Bindu, Frangipane di Regalbono Antonio, Beraldo Paola, Di Cesare Angel, Traversa Donato. Decreased strongyle egg re-appearance period after treatment with ivermectin and moxidectin in horses in Belgium, Italy and The Netherlands. Veterinary Parasitology. 2014. 204:291-296
6. Nielsen M.K., Reist M., Kaplan R.M., Pfister K., van Doorn D.C.K., Becher A. Equine parasite control under prescription-only conditions in Denmark - Awareness, knowledge, perception, and strategies applied. Veterinary Parasitology. 2016. 2014:64-72.
7. Njenga Sammy, M Mutungi Faith, Njeri Wamae Claire, T Mwanje Mariam, K Njiru Kevin J Bockarie Moses. Once a year school-based deworming with praziquantel and albendazole combination may not be adequate for control of urogenital schistosomiasis and hookworm infection in Matuga District, Kwale County, Kenya. Parasites & Vectors. 2014. 74(7):2-9.
8. Norma Oficial Mexicana Nom-073-SSA1-2005- Estabilidad de Fármacos y Medicamentos.
9. Ocampos Olmedo, D; Bohrer de Azevedo, E, Tobal, C. Efecto de la concentración de ivermectina sobre el control de parásitos internos y el desempeño productivo de bovinos. Ciencia Veterinaria. 2015. 17(1):19-34.
10. Saumell Carlos, Lifschitz Adrián, Baroni Renato, Fusé Luis, Bistoletti Mariana, Federica Sagües Federica, Bruno Santiago, Alvarez Gustavo, Lanusse Carlos, Alvarez Luis. Veterinary Parasitology. 2017. 236:62-67.
11. Sokół R., Raś-Noryńska M., Michalczyk M, Jasiocka A. Ziółkowski H., Jaroszewski J. A comparison of the efficacy and pharmacokinetics of ivermectin after spring and autumn treatments against Cyathostominae in horses. Journal of Veterinary Sciences. 2015. 18(1):371-377.
12. USP 37 NF 32 I:111 - 116.

CUANTIFICACIÓN DE BIFENILPOLICLORADOS EN SUELO EN DIFERENTES ÁREAS DE LA COMARCA LAGUNERA

¹Hernández González Sandra Isabel, ^{1*}Martínez Romero Aurora, ¹Alba Romero José de Jesús, ³Cervantes Flores Maribel, ¹Castro Hernández Sandra, ²Ortega Sánchez José Luis

¹Laboratorio B de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas Campus Gómez Palacio, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) Dgo. Artículo 123 S/N Fracc. Filadelfia.

²Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango.

³Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Veterinaria s/n Circuito Universitario, C.P. 34120 Durango, Dgo, México.

*Email: a.martinezr@ujed.mx

Resumen. Los bifenilpoliclorados (PCBs) debido a sus propiedades físicas y químicas son compuestos altamente lipofílicos y persistentes en el ambiente, lo que los convierte en sustancias acumulables en la cadena alimenticia y contaminantes persistentes en suelo, aire y agua. El objetivo del estudio fue determinar la concentración de PCBs en suelo en diferentes áreas de la Comarca Lagunera. El muestreo fue no probabilístico, se seleccionaron las direcciones en función de los sujetos incluidos en la fase clínica de un estudio previo para evaluar la asociación de PCBs séricos con cáncer de mama. Se realizó un análisis cromatográfico con soluciones estándar de congéneres individuales para la cuantificación de PCBs utilizados por modo SCAN. Las concentraciones más altas encontradas en suelo en el estudio fueron para los congéneres 118 y el 138. Con respecto a los tres más frecuentemente encontrados fueron 18, 118 y 105; los que no fueron detectados en ninguno de las muestras analizadas fueron los congéneres el 206 y 209.

Palabras clave: bifenilpoliclorados, suelos, contaminación

Introducción

Los documentos de criterios de salud ambiental (EHC) brindan revisiones críticas internacionales sobre los efectos de los químicos o combinaciones de químicos y agentes físicos y biológicos en la salud humana y el medio ambiente.

México desarrolló en el año 2007 su Plan Nacional de Implementación (PNI) del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). En este sentido, el proyecto apoya a México a cumplir con los requerimientos establecidos en dicho Convenio, al abordar las emisiones de COP

derivadas de los procesos de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como el manejo y disposición ambientalmente adecuados de los depósitos de plaguicidas obsoletos COP. El proyecto es un esfuerzo interinstitucional entre las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), por medio del Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), y organizaciones de la sociedad civil (SEMARNAT 2016).

Dentro de los COPs uno de los compuestos que resalta por su gran producción y toxicidad, son los bifenilpoliclorados (PCBs) debido a sus propiedades físicas y químicas estos compuestos son altamente lipofílicos y persistentes en el ambiente, lo que los convierte en sustancias acumulables en la cadena alimenticia y contaminantes persistentes en suelo, aire y agua; lo que los convierte en sustancias sean acumulables; por lo tanto, el hombre se pone en contacto con ellos. Fuentes importantes de contaminación son el uso de pesticidas, emisiones por el mal confinamiento de desecho electrónico y el de la industria, además transformadores y condensadores que aún pueden contener PCBs. En México no existe confinamiento para PCBs, solo se conocen almacenamientos temporales. El objetivo del estudio fue determinar la concentración de PCBs en suelo en diferentes áreas de la Comarca Lagunera.

Material y Métodos

Se analizaron 61 muestras de suelo en viviendas ubicadas en la Comarca Lagunera. Cuantificando 41 PCBs en suelo por método 1668 referenciado por Regulación del Medio Ambiente de Estados Unidos de Norteamérica. Este estudio se realizó en la zona urbana de la Comarca Lagunera (Torreón, Coahuila; Gómez Palacio y Ciudad Lerdo, Durango), El muestreo fue no probabilístico, se seleccionaron las direcciones en función de los sujetos incluidos en la fase clínica de un estudio previo para evaluar la asociación de PCBs séricos con cáncer de mama. Identificamos a los sujetos incluidos en el estudio clínico, su domicilio y se seleccionaron aquellas que se encontraban en la zona urbana de la Laguna y en áreas suburbanas. Solicitando autorización para el muestreo en la tierra (suelo) de sus jardines exteriores y/o interiores. La muestra de suelo se contempló 20 cm de profundidad. Se estratificó las direcciones de acuerdo a la distancia de vivienda de sitios probables emisores de PCBs. Esta distancia se contempló que vivieran a aproximadamente a 1 Km de distancia de esos sitios. Se tomaron aproximadamente 500 g de la capa superficial del suelo de (0-20 cm). La muestra se colectó en papel aluminio libre de contaminación de PCBs, se etiquetó y guardó dentro de bolsas de plástico en forma individual, se deja secar por 72 horas.

Extracción. Se pesó 1 g de la muestra de suelo y se colocó en los vasos Green-Chem y LEV del microondas, adicionándoles un carboflon, el estándar interno (PCB 141 C¹³) y 14 mL de cloruro de metileno. Los PCBs se extraen por microondas; programa de microondas: 10 min de rampa para alcanzar 120°C manteniéndose por 30 min (Cammilleri et al 2017).

Limpieza. Después de la extracción con microondas se hace una limpieza con florisil, los cartuchos de florisil (1000 mg/6 mL phenomenex) se acondicionaron 10 mL de hexano adicionados en 2 tiempos (5 mL en un inicio y 5 mL después), sin permitir que el cartucho se seque. Se agita la muestra en vórtex por 30 s y se pasa por el cartucho, sin aplicar vacío, se enjuaga el tubo con 1 mL de hexano y se adicionó al cartucho de florisil. Los PCBs quedan retenidos en el florisil para después ser eluidos con 12 mL de 6% dietil eter:hexano adicionándolos en 2 tiempos.

Análisis cromatográfico. Con soluciones estándar de congéneres individuales (Ultra Scientific analytical solutions North Kingstown USA) se obtuvo el espectro de masas de los 41 PCBs utilizados por modo SCAN,

para determinar los iones y tiempos de retención de cada compuesto característicos de cada compuesto que fueron utilizados para la cuantificación en las muestras, la cual se realizó por monitoreo selectivo de iones (SIM), utilizando una mezcla de los 41 PCBs de Accustandard, C-QME-01, Québec *Ministry of Environment congener Mix*, para realizar las curvas de calibración (Kim et al 2017; Obadasi et al 2017).

Rampa de temperatura. Las muestras se inyectaron por el método de *Split pulsado*, con un programa de temperatura en el horno que inicia a 100 °C que se mantiene 2 min, seguido de una rampa de 20 °C/min hasta 200 °C que se mantiene 0 min, después una rampa de temperatura de 15 °C/min hasta 310 °C que se mantiene 5 min. Se obtuvieron límites de detección de 0.2 a 2.1 ppbs. La curva de calibración presentó un intervalo de concentraciones lineal de 2 a 100 ppbs, con la cual obtuvimos porcentajes de recobro de 82% a 119% para el estándar certificado de referencia EC-2 "A Lake Ontario Blended Sediment for Toxic Organics" del National Water Research Institute, Canadá.

Equipo. Horno de Microondas para Extracción y digestión, CEM - MARS. Cromatógrafo de Gases Hewlett-Packard 6890 con Detector Selectivo de Masas HP 5973 y Automuestreador HP 6890.

Análisis estadístico. Análisis univariado. Las diferencias entre las medias se establecieron mediante el uso de pruebas no paramétricas (Mann-Whitney). Análisis bivariado. Correlación de Pearson.

Resultados y Discusión

Los tres congéneres más frecuentemente encontrados fueron: el 18, 118 y el 105 (52.4%); y los que no fueron detectados en ninguno de las muestras analizadas fueron los congéneres el 206 y 209 (0%). Las concentraciones más altas encontradas en el estudio fueron para los congéneres 118 (62.27 ppb) y el 138 (63.23 ppb). En las concentraciones de PCBs se encontró solamente que para el congénere 177 con la prueba de Mann Whitney Test se obtuvo una significancia (0.03) entre vivir y no vivir cerca de una industria emisora. En el siguiente cuadro se observa la concentración de PCBs en suelo.

Cuadro. Concentración de PCBs en suelo por grupo de estudio. Los resultados se expresan como media geométrica (IC 95%).

Congéneres	Casos Viven cerca (n=8)	Controles Viven cerca (n=4)	P*
18	0.824 (0.028-24.25)	0.39 (---)	0.343
17	0.58 (---)	0	0.479
31	1.32 (0.380-4.59)	0	0.079
28	0.590 (0.098-3.52)	0.1 (---)	0.479
33	2.81 (0.098-80.16)	0	0.296
52	0.702 (0.194-2.54)	0.24 (---)	0.046
49	0.178 (0.043-0.738)	0	0.296
44	1.54 (0.146-16.22)	0	0.180
74	2.01(1.56-2.59)	0	0.105
70	0.239(0.064-0.896)	0	0.105
95	1.75(0.055-55.96)	0	0.296
101	0	0	0.296
99	0.14 (---)	0	0.479
87	0	0	0.0
110	0.637(0.069-5.86)	0	0.105
151	0	0	0.0
82	1.03 (---)	0	0.479
149	0.74 (---)	0	0.479
118	2.54 (1.72-3.74)	1.03 (---)	0.123
153	0.763 (0.068-8.47)	0	0.181
132	0	0	0.0
105	1.81(1.39-2.35)	0.88 (---)	0.123
138	2.39 (0.965-5.94)	0	0.181
158	0.811 (0.041-15.85)	0	0.181
187	0	0	0.0
183	0.26 (---)	0	0.479
128	0.21 (---)	0	0.479
177	0	0.28 (---)	0.157
171	3.49 (---)	0	0.695
156	0	0	0.0
180	0.407 (0.018-8.91)	0	0.296
191	0	0	0.0
169	2.52 (0.809-7.90)	0	0.105
170	0	0	0.0
201	0	0	0.0
208	1.42 (---)	0	0.479
195	0.46 (---)	0	0.479
209	0	0	0.0
194	0.13 (---)	0	0.479
205	0.64 (---)	0	0.479
206	0	0	0.0
PCBs Totales	14.17 (7.03-28.57)	0	0.010

* Mann Whitney Test

En el estudio realizado en el año 2002 por Costilla y colaboradores, los congéneres que encontraron en mayor concentración en suelo fueron el 101 y 105, y los de menor concentración fueron los congéneres 28 y 118. La diferencia entre la frecuencia y concentración de los congéneres reportados en la literatura con los nuestros puede ser básicamente a la diferencia de congéneres emitidos por las diferentes

fuentes en cada uno de los estudios mencionados. Los congéneres en común fueron el 105 y el 118.

Conclusión

Existe contaminación de PCBs en suelo, encontrando altas concentraciones en las viviendas que se encuentran cerca de las posibles fuentes emisoras de la Comarca Lagunera. No existe en la literatura un estudio en suelo en el que se clasifiquen los congéneres por grupo, por lo tanto, no podemos comparar nuestros resultados con algún otro. Este proyecto genera nuevas interrogantes para analizar el efecto de los PCBs en la población mexicana y su concentración en el alimento destinado a consumo humano y animal, ya que estos contaminantes que emanan de la actividad industrial por sus propiedades fisicoquímicas permanecen en el medio ambiente.

Literatura Citada

- Cammilleri G, Calvaruso E, Pantano L, Cascio GL, Randisi B, Macaluso A, Vazzana M, Caracappa G, Giangrosso G, Vella A, Ferrantelli V. (2017). Survey on the presence of non dioxine like PCBs (NDL-PCBs) in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) stranded in south Mediterranean coasts. *Environ Toxicol Chem* 1-6.
- Costilla R, Pérez I, Trejo A, Verduzco B, Gómez H, Torres A. (2002). Análisis de PCBs en suelo superficial y en niños de San Nicolás Tequisquiapan Querétaro, México.
- EPA. Cancer Dose-Response Assessment for Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Application to Environmental Mixtures. United States Environmental Protection Agency (EPA). Washington, DC, USA 2017. <https://www.epa.gov/pcbs/cancer-dose-response-assessment-polychlorinated-biphenyls-pcbs-and-application-environmental>.

Kim L, Jeon JW, Son JY, Park MK, Kim CS, Jeon HJ, Nam TH, Kim K, Park BJ, Choi SD, Lee SE. (2017). Monitoring and risk assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) in agricultural soil from two industrialized areas. *Environ Geochem Health* 39(2):279-291.

Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes. (2016). <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operation/>

Mendoza CA, Ize LIAR. Las sustancias químicas en México. Perspectivas para un manejo adecuado. 2017, Rev Int Contam Ambie 33 (4): 719-745.

Odabasi M, Dumanoglu Y, Kara M, Altiok H, Elbir T, Bayram A. (2017). Spatial variation of PAHs and PCBs in coastal air, seawater, and sediments in a heavily industrialized region. Environ Sci Pollut Res Int 24(15):13749-13759.

SEMARNAT. Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). 2016.

World Health Organization (WHO). Environmental Health Criteria (EHC) Geneva, Switzerland 2017. <http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/en/>

Cuerpo académico UJE-CA-108 Fisiopatología en Salud Ambiental LGAC: Bases Moleculares y Bioquímicas de la Salud Ambiental

Nombre proyecto	Investigador responsable	
Nitrosaminas y óxido nítrico como derivados del metabolismo de los nitratos, su papel en la respuesta a la hipoxia mediada por HIF y su implicación en la carcinogenesis.	<p style="text-align: center;">Polimorfismo</p> 	
Variabilidad genética y caracterización bioquímica de las metaloproteinasas y la toxina		
Citotoxicidad del nitrato y nitrito en distintas líneas celulares y su posible mecanismo de acción		
<p>Alteración en la síntesis de hormonas tiroideas mediada por los factores de transcripción FOXE1 y PAX8 durante la intoxicación crónica por nitratos</p> <p>Estudios de biomarcadores obesogénicos y angiogénicos (leptina, IGF-1 y VEGF) y su relación con la respuesta a la terapia en pacientes con cáncer de mama.</p>		
Biomarcador de insuficiencia renal	<p style="text-align: center;">Rebeca Pérez Morales</p> 	
Anemia asociada a factores ambientales en el estudiante Universitario		
Alteraciones de la glándula tiroides y determinación de oncogenes por consumo de agua contaminada por nitratos		
Interacciones medicamentosas más comunes en diferentes áreas de un hospital de alta especialidad en la Ciudad de México	<p style="text-align: center;">Esperanza Yasmín Calleros Rincón</p> 	
Evaluación del daño oxidativo al ADN en niños con exposición prenatal al arsénico, flúor y compuestos organoclorados		
Evaluación de la función renal e hipertensión arterial en población expuesta a cadmio		
Detección de anticuerpos IgG e IgM contra <i>Toxoplasma gondii</i> en primigestantes y sus neonatos en el Hospital General de Gómez Palacio, Dgo.		



"Si no chocamos contra la razón nunca llegaremos a nada"
Albert Einstein (1879-1955); físico matemático alemán, premio Nobel de Física.

RIESGO CARDIOVASCULAR EN SUJETOS VIH SEROPOSITIVOS CON TRATAMIENTO ANTIRRETROVIRAL: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

¹Miranda Pérez Alberto Alejandro, ¹López Márquez Francisco Carlos, ²Roiz Bollain y Goytia Ana Paola, ²Urza Robledo Arguiñe Ivonne

¹Centro de Investigación Biomédica Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón Gregorio A. García 198, Tercero de Cobián Centro, 27000 Torreón, Coah., México.

²Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón Av. Morelos 900, Primero de Cobián Centro, 27000 Torreón, Coah., México

E-mail: francisco.c.lopezmarquez@gmail.com

Resumen:

Desde la introducción de la terapia antirretroviral la esperanza de vida de las personas que viven con VIH ha aumentado, y el número de muertes relacionadas con SIDA han disminuido; sin embargo este aumento de esperanza de vida ha provocado la aparición de otras enfermedades como la enfermedad cardiovascular; Se ha observado que la exposición a ciertos fármacos aumentan la probabilidad de un evento cardíaco; dentro de estos se encuentran abacavir, ritonavir, lopinavir dolutegravir y didanosina; para el cálculo del riesgo cardiovascular se han empleado diferentes algoritmos siendo uno de ellos Framingham, sin embargo no resulta ser tan específico para la población que vive con VIH; el algoritmo D: A : D fue creado específicamente para población que vive con VIH. Es necesario desarrollar otros algoritmos más específicos ya que no solo la terapia influye en la manifestación de una enfermedad cardiovascular, debe de considerarse los factores tradicionales de riesgo, así como factores genéticos que influyan o aumenten el riesgo cardiovascular.

Palabras clave: D: A: D, Framingham, dislipidemia.

Abreviaturas

TARGA: Terapia antirretroviral de gran actividad

ECV: Enfermedad cardiovascular

VIH: Virus de la inmunodeficiencia humana

INTR: Inhibidores nucleósidos de la transcriptasa reversa

ITINN: Inhibidores de la transcriptasa reversa no nucleósidos

D: A: D Data collection on Adverse events of Anti-HIV Drugs

SIDA: Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida

Introducción

Riesgo cardiovascular y VIH:

Con la introducción de la terapia antirretroviral de gran actividad (TARGA) la historia natural de la infección por VIH ha cambiado drásticamente, de ser una enfermedad mortal a una condición crónica, aumentando la esperanza de vida (1-4). La esperanza de vida para las personas con VIH tratados depende de la edad a la que se inicia el tratamiento antirretroviral y se estima que es 10-30 años menor que la de los no infectados (5). Sin embargo, esta mejora en la supervivencia ha provocado la aparición de comorbilidades no infecciosas como nuevas amenazas para la salud y la vida de las personas infectadas por el VIH. Estas comorbilidades incluyen enfermedad cardiovascular (ECV), que tiende a ocurrir a una edad mucho más temprana en personas con VIH en comparación con la población general y este elevado perfil de riesgo cardiovascular y la consecuencia directa de la infección por VIH en sí, son los principales factores revisados como responsables del aumento de la morbilidad cardiovascular en la población infectada por el VIH (6-11). Factores de riesgo tradicional en la enfermedad cardiovascular, como tabaquismo y dislipidemia son mayores en la población VIH positiva en comparación con la población no infectada (12); otros factores asociados que pueden ser similares a lo de la población general incluyen antecedentes familiares, edad, sexo masculino, hipertensión, obesidad, diabetes mellitus e hiperlipidemia (13, 14). Se prevé que la mortalidad relacionada con enfermedad cardiovascular aumenta a medida que las personas con VIH inician la terapia antirretroviral (TAR) con recuentos de CD4+ mayores a 200 células/mm³ y las infecciones oportunistas se vuelvan poco comunes (15).

Terapia antirretroviral y el riesgo cardiovascular

La introducción y el uso generalizado de la terapia antirretroviral combinada a mediados de la década de 1990 conocida como terapia antirretroviral de gran actividad (TARGA, ha llevado a las personas con VIH a experimentar una disminución dramática en los eventos relacionados con la inmunodeficiencia y la muerte. Existe una preocupación creciente sobre las complicaciones metabólicas asociadas con el VIH y el TARGA, que pueden aumentar el riesgo cardiovascular y la enfermedad (16). Si bien la terapia antirretroviral reduce la inflamación sistémica, existe un factor importante en el desarrollo de eventos cardiovasculares pueden ser al mismo tiempo proaterogénicos al inducir dislipidemia, redistribución de la grasa corporal y resistencia a la insulina (17).

La infección por VIH-1 y su tratamiento por ejemplo los inhibidores de la proteasa (IP), entre ellos el ritonavir, se ha asociado con un mayor riesgo cardiovascular. Este mayor riesgo se relaciona parcialmente con trastornos metabólicos, que incluyen dislipidemia como hipertrigliceridemia y niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad (HDL), con una alta prevalencia de fenotipo de lipoproteína aterogénica y disfunción endotelial y plaquetaria (3, 18). La dislipidemia se ha asociado con la exposición a estavudina, zidovudina y abacavir (INTR), mientras que se ha observado que tenofovir (TDF) tiene una influencia lipídica favorable. En la clase de ITINN, efavirenz se ha asociado con aumentos en el colesterol total y los triglicéridos, mientras que la rilpivirina ha demostrado tener menos efecto sobre los parámetros lipídicos que efavirenz. El supuesto mecanismo es que este fármaco puede estar asociado a la disfunción endotelial y / o al aumento de la activación plaquetaria (19). Existe evidencia que sugiere que los perfiles metabólicos basales y las asociaciones entre el VIH, el TAR y los factores de riesgo cardiometabólico pueden diferir entre las poblaciones (20).

Modelos algorítmicos para el cálculo del riesgo cardiovascular en población VIH seropositiva

En los últimos años, diversos estudios han evaluado el perfil de riesgo cardiovascular de personas con VIH. Estos estudios utilizaron ecuaciones de riesgo cardiovascular desarrolladas para una población no expuesta a la infección, como los puntajes Framingham (21). Sin embargo, el uso de ecuaciones de riesgo cardiovascular convencionales es de precisión incierta debido a la asociación establecida con medicamentos antirretrovirales,

por el aparente aumento del riesgo inmediatamente después de comenzar el tratamiento con algunos de estos fármacos las poblaciones de pacientes por lo que se utiliza también la ecuación desarrollada exclusivamente para poblaciones con infección por VIH como la recopilación de datos sobre efectos adversos en la ecuación de medicamento contra el VIH (22, 23). Para el riesgo cardiovascular en población VIH seropositiva se han implementado algunos algoritmos como el Framingham; el cual es un algoritmo específico que permite estimar el riesgo cardiovascular a 10 años de un individuo a partir de la edad, sexo, niveles de colesterol, presión arterial, y presencia o no de diabetes y tabaquismo (24, 25). Framingham es el más utilizado en el continente americano, y permite desarrollar modelos predictivos matemáticos, conocidos como funciones de estimación de riesgo de salud, que relacionan los factores de riesgo cardiovascular medidos entre individuos libres de enfermedad con aquellos que tienen la probabilidad de desarrollarla (26). Sin embargo, no es específico para personas con VIH, por lo cual se creó el D: A: D, un algoritmo específico el cual estima el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en los próximos 5 años. En esta ecuación se requiere la exposición acumulativa a inhibidores de proteasa, exposición acumulada a INTR y uso actual de abacavir, además de edad, sexo, tabaquismo, diabetes, antecedentes familiares de ECV, presión arterial sistólica, colesterol total, HDL y recuento de CD4. Esta ecuación es válida únicamente para personas infectadas por el VIH de entre 18 y 75 años (27).

Existen múltiples estudios sobre el riesgo cardiovascular en personas VIH positivas con terapia antirretroviral a nivel global; en 2016, M Krikke et al. realizaron un estudio en Holanda empleando 5 modelos para calcular el riesgo cardiovascular (D:A:D, modelo Framingham FHS-CHD y FHS-CVD, ASCVD y el SCORE-NL (evaluación sistemática de riesgo coronario para Holanda) demostrando que al emplear FHS-CVD y FHS-CHD existe mayor riesgo global de ECV en pacientes infectados por VIH que al utilizar los modelos D: A: D, ASCVD y SCORE-NL (28). El grupo de estudio DAD en 2003 recopiló información de 11 cohortes previamente establecidas de pacientes con VIH/SIDA con tratamiento antirretroviral de Estados Unidos, Europa, Australia y concluyeron que la terapia antirretroviral combinada se asocia de forma independiente con un aumento relativo del 26 por ciento en la tasa de infarto de miocardio por año de exposición durante los primeros cuatro a seis años de uso. Sin embargo,

el riesgo absoluto de infarto de miocardio fue bajo y se debe equilibrar con los beneficios marcados del tratamiento antirretroviral (29).

MG Law, et al (2006) emplearon el estudio D:A:D para estimar el riesgo de desarrollar infarto de miocardio, en el cual observaron que los pacientes que tenían TARc (Terapia antirretroviral combinada) el cual incluye un inhibidor de proteasa y/ o un inhibidor de transcriptasa inversa no nucleósido; el nueve por ciento de la población de estudio tuvo un riesgo previsto de 10 años de infarto de miocardio por encima del 10%, un nivel generalmente asociado con el inicio de la intervención sobre los factores de riesgo (30). Signe Westring Worm, et al (2009) realizan un estudio comparando 3 clases de antirretrovirales para determinar el riesgo de infarto de miocardio, con el cual concluyen que indinavir, lopinavir-ritonavir, abacavir y didanosina se asocia con un mayor riesgo de infarto de miocardio, en donde el riesgo parece aumentar con la exposición acumulativa a los dos inhibidores de proteasa y podría explicarse en parte por la dislipidemia causada por estos fármacos (31).

Perspectiva

El riesgo cardiovascular en pacientes VIH seropositivos con terapia antirretroviral puede aumentar la tasa de enfermedad cardiaca, sin embargo, es necesario realizar más estudios al respecto, debido que no es el único factor para el desarrollo de la enfermedad; la edad, el tabaquismo, enfermedades como diabetes e hipertensión, etnia, obesidad son factores importantes para desencadenar un evento cardiovascular.

Bibliografía

1. Ballocca F, D'Ascenzo F, Gili S, Marra WG, Gaita F. Cardiovascular disease in patients with HIV. *Trends in cardiovascular medicine*. 2017.
2. Giannarelli C, Klein RS, Badimon JJ. Cardiovascular implications of HIV-induced dyslipidemia. *Atherosclerosis*. 2011;219(2):384-9.
3. de Gaetano Donati K, Cauda R, Iacoviello L. HIV infection, antiretroviral therapy and Cardiovascular risk. *Mediterranean journal of hematology and infectious diseases*. 2010;2(3).

4. Guimarães MMM, Greco DB, Moreira AN, Guimarães NS, Freire CMV, Rolfs BG, et al. Lipid accumulation product index in HIV-infected patients: a marker of cardiovascular risk. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2018.
5. Smith RL, de Boer R, Brul S, Budovskaya YV, van der Spek H. Premature and accelerated aging: HIV or HAART? *Frontiers in genetics*. 2013;3:328.
6. Rogalska-Płońska M, Rogalski P, Leszczyszyn-Pynka M, Stempkowska J, Kocbach P, Kowalczyk-Kot A, et al. Hypertension, dyslipidaemia, and cardiovascular risk in HIV-infected adults in Poland. *Kardiologia Polska (Polish Heart Journal)*. 2017;75(12):1324-31.
7. Chastain DB, Henderson H, Stover KR. Epidemiology and management of antiretroviral-associated cardiovascular disease. *The open AIDS journal*. 2015;9:23.
8. Noumegni SR, Ama VJM, Assah FK, Bigna JJ, Nansseu JR, Kameni JAM, et al. Assessment of the agreement between the Framingham and DAD risk equations for estimating cardiovascular risk in adult Africans living with HIV infection: a cross-sectional study. *Tropical diseases, travel medicine and vaccines*. 2017;3(1):12.
9. Rotger M, Glass TR, Junier T, Lundgren J, Neaton JD, Poloni ES, et al. Contribution of genetic background, traditional risk factors, and HIV-related factors to coronary artery disease events in HIV-positive persons. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2013;57(1):112-21.
10. Freiberg MS, Chang CC, Kuller LH, Skanderson M, Lowy E, Kraemer KL, et al. HIV infection and the risk of acute myocardial infarction. *JAMA internal medicine*. 2013;173(8):614-22.
11. Friis-Moller N, Ryom L, Smith C, Weber R, Reiss P, Dabis F, et al. An updated prediction model of the global risk of cardiovascular disease in HIV-positive persons: The Data-collection on Adverse Effects of Anti-HIV Drugs (D:A:D) study. *Eur J Prev Cardiol*. 2016;23(2):214-23.

12. Mondy K, Overton ET, Grubb J, Tong S, Seyfried W, Powderly W, et al. Metabolic syndrome in HIV-infected patients from an urban, midwestern US outpatient population. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2007;44(5):726-34.
13. Triant VA, Lee H, Hadigan C, Grinspoon SK. Increased acute myocardial infarction rates and cardiovascular risk factors among patients with human immunodeficiency virus disease. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2007;92(7):2506-12.
14. Kazooba P, Kasamba I, Mayanja BN, Lutaakome J, Namakoola I, Salome T, et al. Cardiometabolic risk among HIV-POSITIVE Ugandan adults: prevalence, predictors and effect of long-term antiretroviral therapy. *The Pan African medical journal*. 2017;27:40.
15. Bauer S, Wa Mwanza M, Chilengi R, Holmes CB, Zyambo Z, Furrer H, et al. Awareness and management of elevated blood pressure among human immunodeficiency virus-infected adults receiving antiretroviral therapy in urban Zambia: a call to action. *Global health action*. 2017;10(1):1359923.
16. Nsagha DS, Assob JCN, Njunda AL, Tanue EA, Kibu OD, Ayima CW, et al. Risk factors of cardiovascular diseases in HIV/AIDS patients on HAART. *The open AIDS journal*. 2015;9:51.
17. Ballocca F, Gili S, D'Ascenzo F, Marra WG, Cannillo M, Calcagno A, et al. HIV infection and primary prevention of cardiovascular disease: lights and shadows in the HAART era. *Progress in cardiovascular diseases*. 2016;58(5):565-76.
18. Bittar R, Aslangul É, Giral P, Assoumou L, Valantin M-A, Kalmykova O, et al. Lack of effects of statins on high-density lipoprotein subfractions in HIV-1-infected patients receiving protease inhibitors. *Comptes rendus biologiques*. 2017;340(2):109-13.
19. Maggi P, Biagio A, Rusconi S, Cicalini S, D'Abbraccio M, d'Ettore G, et al. Cardiovascular risk and dyslipidemia among persons living with HIV: a review. *BMC infectious diseases*. 2017;17(1):551.
20. Kazooba P, Kasamba I, Mayanja BN, Lutaakome J, Namakoola I, Salome T, et al. Cardiometabolic risk among HIV-POSITIVE Ugandan adults: prevalence, predictors and effect of long-term antiretroviral therapy. *Pan African Medical Journal*. 2017;27(1).
21. Nery MW, Martelli CMT, Aparecida Silveira E, Sousa CAd, Falco MdO, Castro AdCOd, et al. Cardiovascular risk assessment: a comparison of the Framingham, PROCAM, and DAD equations in HIV-infected persons. *The Scientific World Journal*. 2013;2013.
22. Friis-Møller N, Thiebaut R, Reiss P, Weber R, D'Arminio Monforte A, De Wit S, et al. Predicting the risk of cardiovascular disease in HIV-infected patients: the data collection on adverse effects of anti-HIV drugs study. *European journal of cardiovascular prevention & rehabilitation*. 2010;17(5):491-501.
23. Friis-Møller N, Weber R, Reiss P, Thiébaut R, Kirk O, Monforte AdA, et al. Cardiovascular disease risk factors in HIV patients—association with antiretroviral therapy. Results from the DAD study. *AIDS (London, England)*. 2003;17(8):1179-93.
24. Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation*. 1998;97(18):1837-47.
25. SANDOYA E, SCHWEDT E, Moreira M, Schettini C, Bianchi M, Senra H. Predicción de eventos coronarios a nueve años mediante el score de Framingham en Uruguay. *Revista Uruguaya de Cardiología*. 2009;24(1):13-21.
26. Ruiz Mori CE. Uso del score de Framingham como indicador de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en la población peruana. 2012.
27. <https://chip.dk/Tools-Standards/Clinical-risk-scores>. Af.
28. Krikke M, Hoogeveen R, Hoepelman A, Visseren F, Arends J. Cardiovascular risk prediction in HIV-infected patients: comparing the Framingham, atherosclerotic cardiovascular disease risk score (ASCVD), Systematic Coronary Risk Evaluation for the Netherlands (SCORE-NL) and Data Collection on Adverse Events of Anti-HIV Drugs (D: A: D) risk prediction models. *HIV medicine*. 2016;17(4):289-97.

29. Group DCoAEoA-HDS. Combination antiretroviral therapy and the risk of myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*. 2003;349(21):1993-2003.
30. Law M, Friis-Møller N, El-Sadr W, Weber R, Reiss P, D'Arminio Monforte A, et al. The use of the Framingham equation to predict myocardial infarctions in HIV-infected patients: comparison with observed events in the D: A: D Study. *HIV medicine*. 2006;7(4):218-30.
31. Worm SW, Sabin C, Weber R, Reiss P, El-Sadr W, Dabis F, et al. Risk of myocardial infarction in patients with HIV infection exposed to specific individual antiretroviral drugs from the 3 major drug classes: the data collection on adverse events of anti-HIV drugs (D: A: D) study. *The Journal of infectious diseases*. 2010;201(3):318-30.

ASOCIACIÓN ENTRE EL FENOTIPO DEL SISTEMA DE GRUPO SANGUÍNEO AB0 Y LEUCEMIAS

¹Ochoa-García Perla Patricia; ¹Hernández-González Sandra Isabel;

¹García-Contreras Luis Otoniel; ^{1*}Martínez-Romero Aurora; ¹Jorge Núñez Pérez

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio. Artículo 123 s/n, Colonia Filadelfia, 35015, Gómez Palacio, Durango. Tel: (871) 7 15 88 10 Ext 119, Fax: (871) 7 15 29 64 Ext 119

* Email: a.martinezr@ujed.mx

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar la asociación entre el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 y leucemias.

Materiales y métodos: Se obtuvieron muestras de sangre de 30 pacientes con diagnóstico presuntivo de leucemia y se realizó una tipificación AB0 con tarjetas de gel. La clasificación morfológica de la leucemia se basó en la identificación de la línea celular y su etapa de diferenciación según la clasificación FAB mediante los frotis teñidos de Wright.

Resultados: Se reportó una distribución de grupos sanguíneos 0 (43%), B (27%), A (23%) y AB (7%) y una mayor frecuencia de LLA seguido de LMA, LMC y LLC. No se encontró una diferencia significativa para la asociación de los grupos sanguíneos AB0 y leucemias (prueba de $\chi^2 = 6.965$; $df = 9$; $p = 0.641$).

Conclusiones: Acorde con el presente estudio el sistema sanguíneo AB0 no está asociado con el desarrollo de leucemia.

Palabras clave: AB0, leucemia, grupo sanguíneo

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the association between the phenotype of the AB0 blood group system and leukemia.

Materials and methods: Blood samples were obtained from 30 patients with presumptive diagnosis of leukemia and AB0 typing with gel cards was performed. The morphological classification of the leukemia was based on the identification of the cell line and its stage of differentiation according to the FAB classification by Wright's stained smears.

Results: A distribution of blood groups 0 (43%), B (27%), A (23%) and AB (7%) and a higher frequency

of ALL followed by AML, CML and LLC was reported. No significant difference was found for the association of blood groups AB0 and leukemia (χ^2 test = 6.965; $df = 9$; $p = 0.641$).

Conclusions: According to the present study, the AB0 blood system is not associated with the development of leukemia.

Keywords: AB0, leukemia, blood group

INTRODUCCIÓN

Karl Landsteiner, en el siglo XX, demostró que había partículas antigénicas en la membrana del eritrocito, lo cual lo llevó a investigar la existencia de anticuerpos «naturales» en el suero con especificidad contraria a estos antígenos, desarrollándose así el conocimiento del Sistema AB0 (Salvatella-Flores 2008). Los antígenos del grupo sanguíneo AB0 y Rhesus (Rh) son los marcadores genéticos estudiados con mayor frecuencia en un grupo grande de personas. Hay cuatro grupos sanguíneos comunes en el sistema AB0: 0, A, B y AB. Las frecuencias del tipo de sangre varían en diferentes grupos raciales/étnicos (Alzahrani, Jawdat et al. 2018). A partir del surgimiento del sistema AB0 numerosas investigaciones se han enfocado en asociarlo con el desarrollo de diversas patologías como lo hicieron Allan y Dawson en 1968 encontrando una disminuida población de pacientes pertenecientes al grupo sanguíneo 0 con enfermedad cardíaca isquémica en comparación con el elevado número de pacientes con otros grupos sanguíneos (Allan and Dawson 1968). Así mismo, Miao en 2014 reportó que las mujeres caucásicas con grupo sanguíneo A tenían un riesgo mayor a desarrollar cáncer de pecho (Miao, Zhou et al. 2014), dicha investigación da pie a investigar la asociación del sistema AB0 con otros tipos de cáncer, como lo es la leucemia. La leucemia es una proliferación neoplásica de las células de origen hematopoyético progenitoras. Estas células pierden su capacidad

para madurar y diferenciarse, proliferando en forma desordenada, remplazando los elementos normales de la médula ósea (Pulido, Medina et al. 2015). En las leucemias agudas la población celular predominante está formada por células inmaduras de leucocitos (blastos) provenientes de una clona maligna que terminan por volverse la estirpe predominante en la médula ósea, con la consecuente disminución del resto de series hematopoyéticas (Santoyo-Sánchez, Ramos-Peñañiel et al. 2017) y en las leucemias crónicas, la celularidad presenta un mayor estadio madurativo (González-Gilart, Salmon-Gainza et al. 2011).

Las células anormales no pueden producir leucocitos normales por lo cual las células de leucemia se dividen para hacer copias de sí mismas y así tener más células de leucemia. Las células cancerosas impiden que se produzcan glóbulos rojos, plaquetas y leucocitos saludables. Entonces, se pueden presentar síntomas potencialmente mortales a medida que disminuyen las células sanguíneas normales. Por lo cual es importante determinar nuevos factores que se asocien con el desarrollo de estas enfermedades con el fin de facilitar su diagnóstico y prevención en poblaciones susceptibles a desarrollarlas. No se ha estudiado en nuestra región la asociación entre estos dos factores. Los resultados de este estudio podrán ser utilizados por las autoridades de salud para implementar medidas que contribuyan a fortalecer los programas de atención a las neoplasias, reducir el costo social y económico de la atención a un problema de salud tan sensible en nuestra sociedad. El objetivo de este estudio fue determinar la asociación entre el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 y leucemias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de sangre de 30 pacientes con diagnóstico presuntivo de leucemia durante su período de hospitalización, en UMAE-IMSS 71. Se recopilaron datos de edad, sexo, grupo sanguíneo AB0 y tipo de leucemia. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Lerdo registrado con el número 000374. Las tarjetas DG-Gel (Licon, México) se usaron para la tipificación AB0 según la técnica descrita por Y. Lapierre para detectar reacciones de aglutinación de glóbulos rojos (Lapierre, Rigal et al. 1990). La clasificación morfológica de la leucemia se basó en la identificación de la línea celular y su etapa de diferenciación según la clasificación FAB mediante los frotis teñidos de Wright.

El análisis estadístico se realizó con Minitab 17 Statistical Software. Las frecuencias o valores medios se dieron como estadísticas descriptivas. La prueba de Chi-cuadrada se utilizó para determinar la asociación entre dos variables y se consideró un intervalo de confianza (IC) del 95%. El valor $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 30 pacientes con diagnóstico presuntivo de leucemia el 60% eran adultos de 18-71 años y el 40% se consideraron pacientes pediátricos de los 2-18 años (Figura 1) a los cuales se les determinó el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 donde se obtuvo una distribución de 0 (43%), B (27%), A (23%) y AB (7%) (Figura 2).

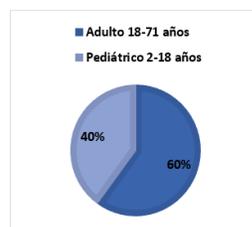


Figura 1. Tipos de pacientes

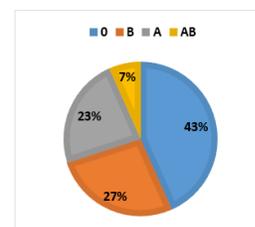


Figura 2. Porcentaje de grupos sanguíneos AB0

Se encontró una mayor frecuencia de Leucemia linfocítica aguda (LLA) (13) seguido de Leucemia mieloide aguda (LMA) (12), Leucemia mieloide crónica (LMC) (4) y Leucemia linfocítica crónica (LLC) (1) (Figura 3).

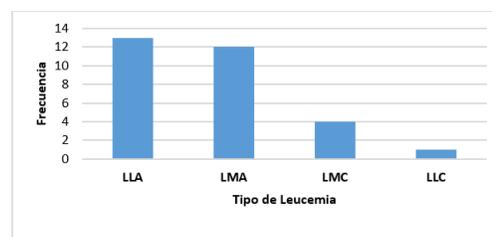


Figura 3. Frecuencia de los diferentes tipos de Leucemia. LLA- Leucemia Linfocítica Aguda; LMA- Leucemia Mieloide Aguda; LMC- Leucemia Mieloide Crónica; LLC- Leucemia Linfocítica Crónica

Dentro de los pacientes de grupo sanguíneo 0 se encontraron casos de LLA, LMA, LMC y LLC con una frecuencia de 5, 5, 2 y 1 respectivamente (Figura 4). En pacientes pertenecientes al grupo sanguíneo B se presentaron tres tipos de leucemia LLA (4), LMC (2) y LMA (2) (Figura 5).

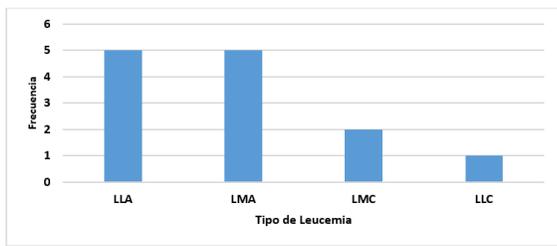


Figura 4. Leucemias encontradas en grupo sanguíneo 0. LLA- Leucemia Linfocítica Aguda; LMA- Leucemia Mieloide Aguda; LMC- Leucemia Mieloide Crónica; LLC- Leucemia Linfocítica Crónica

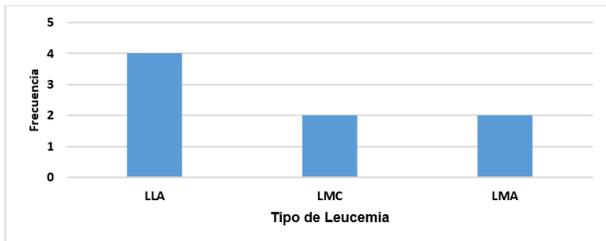


Figura 5. Leucemias encontradas en grupo sanguíneo B. LLA- Leucemia Linfocítica Aguda; LMA- Leucemia Mieloide Aguda; LMC- Leucemia Mieloide Crónica; LLC- Leucemia Linfocítica Crónica

En cambio, se observaron solo dos tipos de leucemia en los pacientes con grupo sanguíneo A, LLA (4) y LMA (3) (Figura 6). Y se reportó un solo tipo de leucemia, LMA (2) en personas con grupo sanguíneo AB (Figura 7). No se encontró una diferencia significativa para la asociación de los grupos sanguíneos AB0 y leucemias (prueba de $\chi^2= 6.965$; $df= 9$; $p=0.641$).

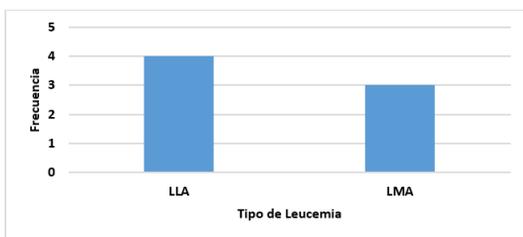


Figura 6. Leucemias en grupo sanguíneo A. LLA- Leucemia Linfocítica Aguda; LMA- Leucemia Mieloide Aguda

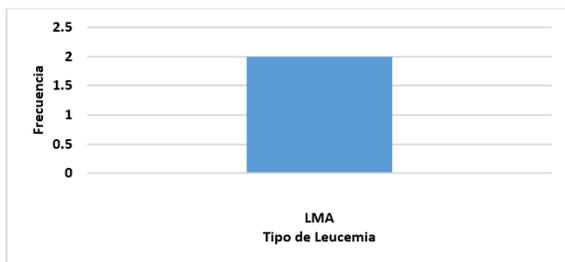


Figura 7. Leucemias en grupo sanguíneo AB. LMA- Leucemia Mieloide Aguda

La distribución del sistema AB0 ha sido ampliamente estudiada en todo el mundo arrojando una gran variedad de resultados. Sin embargo, a pesar de dicha variación el grupo sanguíneo 0 ha sido reportado como el más frecuente en gran parte de dichos estudios

en contraste con el grupo AB el cual se ha reportado continuamente con menor frecuencia (Jaff 2010, Liu, Zhang et al. 2018). En este estudio se encontró una distribución de grupos sanguíneos $0 > B > A > AB$, coincidentes con las distribuciones reportadas en una población Malaya (Musa, Muhamad et al. 2015) pero que difieren un poco de estudios realizados en México donde se encontraron distribuciones de $0 > A > B > AB$ (Del Peon-Hidalgo, Pacheco-Cano et al. 2002, Iturbe-Chiñas, Jimenez-Hernandez et al. 2013), dicha diferencia puede atribuirse al reducido tamaño de muestra empleado en este estudio.

En el presente estudio se encontró una mayor frecuencia de pacientes con LLA lo cual puede deberse a que es el trastorno que constituye el 25% de todos los tipos de cáncer (Hernández-Estrada, Haro-Acosta et al. 2017), seguido de LMA difiriendo un poco con lo explicado por Hu y colaboradores (2015) donde indica que la LMA suele ser la afección mieloide más común (Hu, Li et al. 2015); posteriormente, se encontró la LMC cuya baja frecuencia puede deberse a que es una afección poco común que representa de un 3-5 % de las leucemias (Morales-Peralta, Covarrubias-Espinoza et al. 2015). En última instancia solo se detectó un caso de LLC, su baja incidencia puede asociarse al rango de edad de los pacientes participantes en este estudio ya que la LLC tiene una media de presentación de 65 años (Arias-Segura and Valero-González 2013) aspecto con el que cumplían muy pocos de los participantes.

Dentro de los pacientes de grupo sanguíneo 0 se encontraron casos de LLA, LMA, LMC y LLC. En pacientes pertenecientes al grupo sanguíneo B se presentaron las leucemias LLA, LMC y LMA. En cambio, se observaron solo casos de LLA y LMA en los pacientes con grupo sanguíneo A y se reportó LMA en personas con grupo sanguíneo AB. A pesar de las múltiples asociaciones encontradas con el sistema sanguíneo AB0 y patologías como enfermedad cardiovascular, hipercolesterolemia familiar e infección por virus de hepatitis B (Bronte-Stewart, Botha et al. 1962, Paquette, Dufour et al. 2017, Liu, Zhang et al. 2018) en este estudio no se ha encontrado asociación significativa con el sistema AB0 y leucemias, como hicieron Wolpin *et al.* 2010, Iavarone *et al.* 2016, Stakisaitis *et al.* 2018 con otros tipos de cáncer localizados (Wolpin, Kraft et al. 2010, Iavarone, Della Corte et al. 2016, Stakisaitis, Jukneviene et al. 2018). Coincidiendo nuestros resultados con los de Iodice et al. 2010, sumándose esta investigación a las que no encontraron una asociación del sistema AB0 con alguna patología

como poliposis nasal y endometriosis (Jelavic, Markovic et al. 2018, Malekzadeh, Moini et al. 2018).

CONCLUSIÓN.

En nuestro estudio mostró una falta de asociación entre el sistema de grupos sanguíneos ABO y leucemias. Dado a que las frecuencias de los grupos sanguíneos y leucemias varían de una población a otra, sería interesante ver los resultados de estudios similares realizados en diferentes regiones con un amplio número de muestra.

Literatura citada

- Alzahrani, M., D. Jawdat, A. Alaskar, N. Cereb and A. H. Hajeer (2018). "ABO and Rh blood group genotypes in a cohort of Saudi stem cell donors." *Int J Immunogenet* **45**(2): 63-64.
- Allan, A. and A. Dawson (1968). "ABO Blood Groups and Ischaemic Heart Disease in Men." *Brit. Heart J* **30**: 377-382.
- Arias-Segura, J. O. and J. M. Valero-González (2013). "Leucemia linfocítica crónica " *LUX MÉDICA* **25**(sept-dic): 29-38.
- Bronte-Stewart, B., M. C. Botha and L. H. Krut (1962). "ABO blood groups in relation to ischaemic heart disease " *British Medical Journal* 1646-1650.
- Del Peon-Hidalgo, L., M. G. Pacheco-Cano, M. Zavala-Ruiz, A. Madueno-Lopez and A. Garcia-Gonzalez (2002). "[Blood group frequencies and ABO and RhD incompatibilities in La Paz, Baja California Sur, Mexico]." *Salud Publica Mex* **44**(5): 406-412.
- González-Gilart, G., S. L. Salmon-Gainza, N. Querol-Betancourt, N. Jiménez-Portuondo and M. Sell-Lliveras (2011). "Características clinicoepidemiológicas de las leucemias en el niño." *MEDISAN* **15**(12): 1714-1719.
- Hernández-Estrada, M. M., M. E. Haro-Acosta, R. M. Hurtado-Llamas, G. Ortega-Vélez and A. Barreras-Serrano (2017). "Causas de mortalidad por leucemia linfoblástica en niños del Instituto Mexicano del Seguro Social." *El Residente* **12**(2): 44-47.
- Hu, T., C. Li, Y. Zhang, L. Wang, L. Peng, H. Cheng, W. Wang, Y. Chu, M. Xu, T. Cheng and W. Yuan (2015). "Phosphoinositide-dependent kinase 1 regulates leukemia stem cell maintenance in MLL-AF9-induced murine acute myeloid leukemia." *Biochem Biophys Res Commun* **459**(4): 692-698.
- Iavarone, M., C. Della Corte, C. Pelucchi, M. Marconi, R. Trotti, M. Triolo, M. A. Manini and C. La Vecchia (2016). "Risk of hepatocellular carcinoma in relation to ABO blood type." *Dig Liver Dis* **48**(1): 94-96.
- Iodice S, Maisonneuve P, Botteri E, et al (2010). "ABO blood group and cancer". *Eur J Cancer*, **46**, 3345-50.
- Iturbe-Chiñas, P., J. Jimenez-Hernandez, D. Peralta-Ortega and J. Toribio-Jiménez (2013). "Frecuencias de grupos sanguíneos ABO, Rh y grado de mestizaje en la Región Montaña, Guerrero, México " *Rev Med Hosp Gen Méx* **76**(4): 217-223.
- Jaff, M. S. (2010). "ABO and rhesus blood group distribution in Kurds." *J Blood Med* **1**: 143-146.
- Jelavic, B., J. Markovic, S. Klaric, M. Martinac, S. Selak and T. Baudoin (2018). "ABO and RhD Blood Groups in Nasal Polyposis." *Turk Arch Otorhinolaryngol* **56**(1): 21-24.
- Lapierre, Y., D. Rigal, J. Adam, D. Josef, F. Meyer, S. Greber and C. Drot (1990). "The gel test: a new way to detect red cell antigen-antibody reactions." *Transfusion* **30**(2): 109-113.
- Liu, J., S. Zhang, M. Liu, Q. Wang, H. Shen and Y. Zhang (2018). "Distribution of ABO/Rh blood groups and their association with hepatitis B virus infection in 3.8 million Chinese adults: A population-based cross-sectional study." *J Viral Hepat* **25**(4): 401-411.
- Malekzadeh, F., A. Moini, E. Amirchaghmaghi, L. Daliri, M. R. Akhoond, M. Talebi and R. Hosseini (2018). "The Association between ABO and Rh Blood Groups and Risk of Endometriosis in Iranian Women." *Int J Fertil Steril* **12**(3): 213-217.
- Miao, S. Y., W. Zhou, L. Chen, S. Wang and X. A. Liu (2014). "Influence of ABO blood group and Rhesus factor on breast cancer risk: a meta-analysis of 9665 breast cancer patients and 244,768 controls." *Asia Pac J Clin Oncol* **10**(2): 101-108.

- Morales-Peralta, A., G. Covarrubias-Espinoza, T. Arvizu-Amador, H. Rendón-García, T. Larios-Farak and A. Martínez-González (2015). "Leucemia Mieloide Crónica con Transformación Basofílica: Presentación de un Caso." *Bol Clin Hosp Infant Edo Son* **32**(1): 44-48.
- Musa, R. H., N. A. Muhamad, A. Hassan, Y. Ayob and N. M. Yusoff (2015). "Molecular basis of Rh blood group system in the Malaysian population." *Asian J Transfus Sci* **9**(1): 48-54.
- Paquette, M., R. Dufour and A. Baass (2017). "ABO blood group is a cardiovascular risk factor in patients with familial hypercholesterolemia." *J Clin Lipidol.*
- Pulido, N., G. Medina, N. Palomino and F. Peraltad (2015). "Manifestaciones cutáneas de las leucemias." *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* **53**(1:S): 30-35.
- Salvatella-Flores, M. J. (2008). "Antecedentes históricos de la Medicina Transfusional." *Rev Mex Med Tran* **1**(1): 7-9.
- Santoyo-Sánchez, A., C. O. Ramos-Peñafiel, A. Saavedra-González, L. González-Almanza, A. Martínez-Tovar, I. Olarte-Carrillo and J. Collazo-Jaloma (2017). "Frecuencias de edad y género de pacientes con leucemia en dos centros de referencia del Valle de México." *Gac Med Mex* **153**(1): 44-48.
- Stakisaitis, D., M. Jukneviene, A. Ulys, D. Zaliuniene, D. Stanislovaitiene, R. Sepetiene, A. Slavinska, K. Suziedelis and V. Lesauskaite (2018). "ABO blood group polymorphism has an impact on prostate, kidney and bladder cancer in association with longevity." *Oncol Lett* **16**(1): 1321-1331.
- Wolpin, B. M., P. Kraft, M. Gross, K. Helzlsouer, H. B. Bueno-de-Mesquita, E. Steplowski, R. Z. Stolzenberg-Solomon, A. A. Arslan, E. J. Jacobs, A. Lacroix, G. Petersen, W. Zheng, D. Albanes, N. E. Allen, L. Amundadottir, G. Anderson, M. C. Boutron-Ruault, J. E. Buring, F. Canzian, S. J. Chanock, S. Clipp, J. M. Gaziano, E. L. Giovannucci, G. Hallmans, S. E. Hankinson, R. N. Hoover, D. J. Hunter, A. Hutchinson, K. Jacobs, C. Kooperberg, S. M. Lynch, J. B. Mendelsohn, D. S. Michaud, K. Overvad, A. V. Patel, A. Rajkovic, M. J. Sanchez, X. O. Shu, N. Slimani, G. Thomas, G. S. Tobias, D. Trichopoulos, P. Vineis, J. Virtamo, J. Wactawski-Wende, K. Yu, A. Zeleniuch-Jacquotte, P. Hartge and C. S. Fuchs (2010). "Pancreatic cancer risk and ABO blood group alleles: results from the pancreatic cancer cohort consortium." *Cancer Res* **70**(3): 1015-1023.

EFECTO HIPOGLUCEMIANTE Y ANTIDIABÉTICO DEL *Aloe barbadensis* Miller

¹Rodríguez-González V. M; ¹Minjares-Fuentes J. R; ¹Candelas-Cadillo M. G.; ¹Martínez García J. J;
²Femenia A.

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

²Área de Ingeniería Química, Departamento de Química, Universitat de les Illes Balears,
Ctra. Valldemossa Km. 7.5, E-07071 Palma de Mallorca, España.

*E-mail: vicrogfcq7@ujed.mx

Resumen

Hoy en día la Diabetes Mellitus (DM) es considerada una pandemia a nivel mundial, y nuestro país, México, ocupa el no muy honroso noveno lugar del planeta con pacientes diabéticos. Por tal motivo, se han realizado investigaciones científicas relacionadas con el efecto hipoglucemiante y antidiabético de un gran número de plantas y hierbas, que de acuerdo al país del que se trate han tenido un uso tradicional para contrarrestar esta enfermedad crónico-degenerativa relacionada con la hiperglucemia crónica y con el desarrollo de alteraciones bioquímicas de la glucosa y del metabolismo intermedio de lípidos y proteínas. Una de las plantas más utilizada para el tratamiento herbolario de la DM desde hace muchos años, ha sido el *Aloe barbadensis* Miller, el cual se ha estudiado en tratamientos con animales experimentales y con humanos, resultando en muchas ocasiones en efectos benéficos mediante la disminución de los niveles de glucosa en sangre o en el efecto antioxidante en células *in vitro* o en modelos biológicos. Por lo anterior, mediante esta revisión, se busca generar un panorama más amplio y actualizado del uso del *Aloe vera* en el tratamiento de la Diabetes.

Palabras clave: Diabetes Mellitus, *Aloe barbadensis* Miller, efecto hipoglucemiante, efecto antidiabético.

ABSTRACT

Nowadays the Diabetes Mellitus (DM) is considered a pandemic disease worldwide, and our country, Mexico, has the not very honorable ninth place on the planet with diabetic patients. For this reason, it has been performed scientific research related to the hypoglycemic and antidiabetic effects in a large number of plants and herbs, which according to the country they come from, they have had a traditional use to confronting this chronic degenerative disease, related to the chronic hyperglycemia and the

development of biochemical alterations of glucose and the intermediate metabolism of lipids and proteins. One of the plants most commonly used for the DM herbal treatment for many years, has been the *Aloe barbadensis* Miller, which has been studied in treatments with experimental animals and humans, resulting on many occasions in beneficial effects reducing the levels of glucose in blood or the antioxidant effect on cells *in vitro* or in biological models. Therefore, through this review, it seeks to generate a wider spacious and updated panorama on the use of *Aloe vera* in the DM treatment.

Key words: Diabetes Mellitus, *Aloe barbadensis* Miller, hypoglycemic effect, antidiabetic effect.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) es una enfermedad crónico-degenerativa multifactorial, que ha tenido un impacto significativo en la salud, en la calidad y expectativas de vida de más de 285 millones de personas, infiriendo que para el año 2029 existirán en nuestro planeta aproximadamente 435 millones de personas con diabetes. En México, la población de personas con este padecimiento fluctúa entre los seis millones quinientas mil y los diez millones, teniendo una prevalencia nacional de 10.7% en pacientes entre los 20 y los 69 años. (Federación Internacional de la Diabetes en 2009). Por los datos mencionados, México ha ocupado el noveno lugar de personas enfermas de diabetes en el planeta. Investigaciones etnobotánicas realizadas en México reportan que la población ha utilizado una gran variedad de plantas y hierbas para el control de la diabetes. Tradicionalmente, el gel de *Aloe vera* ha sido utilizado para problemas de salud humana; externamente para quemaduras menores e irritación de piel entre otras, e internamente para constipaciones, tos, úlceras, artritis, dolor de cabeza,

deficiencias en el sistema inmune, diabetes, etc.

De acuerdo con Anderson et al, (2004) las dietas comúnmente consumidas en Estados Unidos y otros países occidentales, con un alto contenido de azúcar refinada y grasa intervienen en el aumento de la incidencia de la diabetes mellitus.

La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica multifactorial de origen endocrino, debido al daño de las células β -pancreáticas, asociadas a fallas en la acción y en la producción de insulina; cuya principal característica bioquímica es la hiperglucemia crónica aunada a alteraciones de la glucosa y del metabolismo intermedio de lípidos y proteínas. Hipotéticamente estas características son las responsables del daño de las membranas celulares, lo cual resulta en una elevada producción de especies reactivas de oxígeno (ROS). La elevada generación de ROS y el simultáneo déficit de los mecanismos de defensa oxidativa en los pacientes diabéticos promueven complicaciones posteriores. (Rajasekaran et al., 2006; Rosado-Pérez y Mendoza-Núñez, 2007; Kim et al. 2009).

Tipos de diabetes.

Suelen distinguirse dos principales tipos de diabetes, DM tipo 1 y tipo 2, que dependen del daño con el que se encuentra el páncreas, y la producción o no de insulina, inclusive por la resistencia del organismo a esta hormona (Kuzuya et al., 2002; Rosado-Pérez y Mendoza-Núñez, 2007).

Diabetes tipo 1. Se le llama también diabetes mellitus insulino-dependiente o juvenil, proviene de una reacción autoinmune donde se presenta una selección destructiva de las células β del páncreas y su ausencia en el organismo conduce a una hiperglucemia crónica (Kuzuya et al., 2002; Rosado-Pérez y Mendoza-Núñez, 2007). En esta forma de diabetes, la velocidad de destrucción de las células β es muy variable, siendo rápida en algunos pacientes (principalmente niños) y lenta en otros (principalmente adultos). Particularmente los niños y adolescentes, puede ser que presenten cetoacidosis como primera manifestación de la diabetes. Otros pacientes pueden desarrollar hiperglicemia moderada en ayuno que puede cambiar a hiperglicemia severa y/o cetoacidosis en presencia de infección o estrés.

Diabetes tipo 2. No insulino-dependiente o diabetes del adulto, término usado para individuos quienes presentan resistencia a la insulina y usualmente

deficiencia de insulina, aunque en ocasiones es absoluta. Al inicio y casi durante toda su vida, estos individuos no necesitan tratamiento con insulina para sobrevivir. Aunque las etiologías de esta forma de diabetes no son conocidas completamente, la destrucción autoinmune de las células β no ocurre. Representa más del 90% de los casos y se caracteriza por: 1) resistencia a la acción de la insulina para la apertura de canales de glucosa en tejidos periféricos, especialmente en músculo esquelético y adipocitos, 2) disminución de la acción de la insulina para inhibir la producción de glucosa hepática, y 3) alteración en la secreción de insulina. (Kuzuya et al., 2002). En este tipo de diabetes hay muchos pacientes con obesidad y esto causa cierto grado de resistencia a la insulina. (Kissebah, 2000). Los síntomas de una marcada hiperglicemia incluyen poliuria, polidipsia, pérdida de peso, algunas veces polifagia, y visión borrosa. Las complicaciones a largo plazo incluyen retinopatía con una potencial pérdida de la visión; nefropatía que conduce a falla renal; neuropatía periférica, con riesgo de úlceras en los pies.

El riesgo de desarrollar la diabetes tipo 2 incrementa con la edad, obesidad y pérdida de la actividad física. Ocurre frecuentemente en individuos con hipertensión o dislipidemia, y varía en diferentes subgrupos raciales/étnicos, por lo tanto, está asociada con una fuerte predisposición genética (Kuzuya et al., 2002).

Complicaciones de la diabetes y su relación con el estrés oxidativo.

Rahimi et al, (2005) sugieren que el estrés oxidativo es un camino común entrelazado a los diversos mecanismos para la patogénesis de las complicaciones de la diabetes.

El proceso del estrés oxidativo (EOx) se caracteriza por un desequilibrio bioquímico a favor de la producción de radicales libres (RL) o especies reactivas de oxígeno (ERO) con respecto a los antioxidantes con implicaciones en la homeostasis del organismo por daño a nivel celular, tisular y sistémico. Al EOx se le ha asociado con el mecanismo fisiopatológico de más de 100 enfermedades crónico-degenerativas, como aterosclerosis, cáncer, artritis reumatoide, Alzheimer y Diabetes Mellitus (Lee et al., 2003; Rosado-Pérez y Mendoza-Núñez, 2007).

Inducción experimental de Diabetes Mellitus en animales experimentales.

Se han utilizado compuestos como la estreptozotocina (STZ) y el aloxano (Ax) debido a su toxicidad específica en los Islotes de Langerhans del páncreas, destruyéndolos y subsecuentemente desarrollando hiperglucemia al paso de 24 h, debido a la deficiencia de insulina en el organismo. (Beppu et al., 2006).

Rajasekaran et al, (2006) indujeron diabetes mellitus en ratas con un ayuno de 16 h previo a la inducción, por inyección intraperitoneal de 55 mg/kg de peso corporal de STZ (Sigma) disuelta, en 0.1 mol/L de Buffer de citrato de sodio frío, a pH 4.5. En este estudio se utilizaron cuatro grupos de ratas con seis ratas cada uno, de la siguiente manera, (i) un primer grupo control, (ii) un segundo grupo control diabético inducido con estreptozotocina; (iii) un tercer grupo diabético con la misma inducción, con suministro diario por vía intragástrica de extracto de gel de *Aloe vera* (300 mg/kg) en solución acuosa durante 21 días, y (iv) un cuarto grupo de ratas diabéticas también inducidas de la misma manera, con suministro diario de glibenclamida (600 µg/kg) en solución acuosa vía canulación intragástrica por 21 días.

Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller).

Es una planta originaria de África Oriental y Meridional, fue utilizada en forma prominente en las civilizaciones de Mesopotamia y el antiguo Egipto hacia el año 1,550 A.C. Las referencias más antiguas de su utilización datan de 2,200 A.C., en escritos cuneiformes en la tabla de Arsubanipal en la ciudad de Nippur. Aun cuando ya se usaba con mucha anterioridad, con fines medicinales y en técnicas de embalsamamiento, aparece descrita en los primeros tratados de farmacología griega y en textos bíblicos como el acibar (sustancia resinosa medicinal) de la flor roja de Aloe de Socotora, empleado con mirra por Nicodemo, para preservar el cuerpo de Cristo (Sánchez, 2002).

El Aloe vera es conocida en México como sábila, planta herbácea xerófila de hasta 1 m de alto, formada de hojas alargadas, carnosas y ricas en agua o suculentas de color verde claro con manchas más claras, están agrupadas hacia los extremos, en forma de roseta y alcanza una altura de 30 a 70 cm con tallos de 30 a 40 cm, poseen el borde espinoso dentado con separaciones de 2 cm o menos, las flores son tubulares, colgantes y de tonalidades que van desde las amarillas, anaranjadas hasta

las rojizas (Martínez et al., 1996; Díaz, 2002; A.A. Maan, 2018). Se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua (Kluge et al., 1979). Moore y McAnalley (1995) argumentaban, que durante siglos se ha considerado que esta planta tiene propiedades medicinales y terapéuticas sin ningún análisis científico que fundamentara tales propiedades, pero Kotslatova et al. (2004) reportaron su amplia utilización en la formulación de diferentes nutraceuticos y alimentos funcionales.

Existe mucha información que asocia el consumo del jugo de *Aloe vera* con diversos beneficios a la salud, de tal manera que en la medicina ayurvédica su consumo está asociado al remedio de problemas de úlceras, gastritis y padecimientos renales (Kandil y Gobran, 1979; Gupta et al., 1981; Sugat e Hirata, 1983; Reynolds y Dweck, 1999). Andrade-Cetto y Heinrich (2005) reportaron e integraron el *Aloe vera* en el Tabla de las principales plantas mexicanas con propiedades hipoglucemiantes utilizadas en el tratamiento de la diabetes. Diversos documentos científicos han demostrado en estudios en animales y humanos que el consumo de jugo de aloe incrementa la fuerza de la contracción del músculo cardíaco (Yagi et al., 1982), disminuyendo además los niveles de colesterol y de triacilglicéridos en sangre (Dixit y Joshi, 1983; Bunyapraphatsara et al., 1996).

Por lo anterior, es conveniente profundizar acerca de los componentes del aloe. Según Boudreau y Beland (2006), la extrusión mecánica de la pulpa del *Aloe vera* da un 70% de rendimiento, con un contenido de agua del 99.0 al 99.5%, reportándose que el gel de *Aloe vera* tiene un pH del 4.4 al 4.7 y un contenido total de sólidos solubles de 0.56 al 0.66 %; con variaciones debido a las fluctuaciones de la temporada y disponibilidad de agua.

Eshun y He (2004) y Christaki y Florou-Paneri (2010), aseguran que se ha reportado la presencia de vitaminas antioxidantes importantes como A, C, E, B1 (tiamina), B3 (niacina), B2 (riboflavina), B6 (piridoxina), β-caroteno, además de colina, ácido fólico y α-tocoferol.

Femenia et al. (1999, 2003), afirman que el análisis de carbohidratos del residuo insoluble en alcohol (AIR), reveló que las paredes celulares del filete y el gel del *Aloe vera* están compuestas principalmente por polisacáridos formados por manosa, glucosa y ácido galacturónico, mientras que las paredes celulares de la piel tienen cantidades significantes de polisacáridos conteniendo xilosa (hemicelulosas). La manosa y la glucosa fueron los azúcares predominantes en todas

las fracciones, y representan entre el 55 % y el 75 % de los monosacáridos. Los residuos de manosa de los tejidos del filete y el gel, probablemente provienen del acemanano. La frecuencia de cantidades grandes de polisacáridos pécticos en todas las fracciones, pudo ser deducida de la presencia de ácidos urónicos (ácido galacturónico) y unidades de ramnosa, arabinosa y galactosa. El acemanano es un polisacárido mucilaginoso que se está investigando para la lucha contra enfermedades como el cáncer, el sida y la diabetes. Los laboratorios Carrington denominaron con el término “acemannan” al polisacárido más representativo en el Aloe vera.

Christaki y Florou-Paneri (2010), comentan que el *Aloe vera* es una gran fuente de polisacáridos, demostrándose que plantas de más de tres años de edad contienen niveles altos de acemanano (manano acetilado) y de glicoproteínas; así como los siguientes sacáridos, celulosa, manosa, glucosa, aldopentosas, glucomanano, glicomanano acetilado, galactogalacturonano, glucogalactomanano y galactoglucoarabinomanano; además de antraquinonas como aloe-emodina, ácido aloético, aloína, antranol, barbaloína, isobarbaloína, emodina y ácido éster cinámico; y algunas enzimas como la amilasa, carboxipeptidasa, catalasa, ciclooxidasa, lipasa y oxidasa. La FDA, aprobó en los Estados Unidos el uso interno de gel de *Aloe vera* como “suplemento dietario”. En la Comisión Europea de acuerdo al anexo I de regulación No. 1831/2003 el *Aloe vera* puede ser utilizado por la industria de Alimentos como un grupo de aditivo sensorial funcional “compuestos saborizantes” para aumentar el olor o la palatabilidad de materiales alimenticios (Christaki y Florou-Paneri, 2010).

En la actualidad la investigación en nutrición humana está centrada en los componentes de los alimentos que además de ser nutritivos favorecen y contribuyen a mejorar el estado de salud. El centro de mayor interés se ubica en la relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles. Para la industria alimentaria, esta situación representa una oportunidad de abrir nuevas líneas de productos (Vega et al., 2005).

De acuerdo con Eshun y He (2004) así como Ramachandra y Srinivasa (2008), el Aloe vera ha sido utilizado en la industria de alimentos como una fuente de alimentos funcionales, especialmente en la preparación de bebidas alimenticias saludables incluyendo el té. Los procesos de extracción del jugo o gel del *Aloe vera* deben desarrollarse para asegurar

la integridad biológica, la estabilidad sensorial, y la calidad al final del producto para la aplicación en suplementos alimenticios, bebidas nutraceuticas y productos farmacéuticos (Valverde et al., 2005).

Los antioxidantes naturales, procedentes de frutas, vegetales y plantas han despertado gran interés entre los consumidores y la comunidad científica, debido a que su consumo está relacionado con la disminución de riesgos en enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como enfermedades cardiovasculares y cáncer (Huang et al., 2005). Se han identificado en la naturaleza un número aproximado de 8000 compuestos fenólicos (Karaman et al., 2010). Los polifenoles comprenden un grupo extenso de sustancias de origen vegetal y casi todas ellas exhiben una marcada actividad antioxidante (Bors y Michel, 2002). El efecto protector de los antioxidantes naturales en frutas y vegetales está relacionado a tres grupos mayores, vitaminas, fenólicos y carotenoides. El ácido ascórbico y los fenólicos son conocidos como antioxidantes hidrofílicos, mientras que los carotenoides son conocidos como antioxidantes lipofílicos (Thaipong et al., 2006) (Zhen y Wang, 2001).

Los polifenoles o compuestos fenólicos son sustancias químicas que poseen un anillo aromático o bencénico con uno o más grupos hidróxilo, incluyendo moléculas simples como los ácidos fenólicos hasta compuestos altamente polimerizados, como los taninos. Ha sido demostrado que *in vitro*, los polifenoles poseen mayor capacidad antioxidante que las vitaminas E y C. La mayor actividad de atrapamiento de radicales de los flavonoides se presenta por los compuestos que tienen una estructura orto-3',4'-dihidroxi en el anillo B (ejemplo, catequina y quercitina), o grupos hidroxilo en posición meta 5,7-dihidroxi en el anillo A (ejemplo, keampferol, apigenina), también como aquellos que tienen un doble enlace entre el carbono 2 y el carbono 3, y un grupo hidroxilo en el carbono 3 del anillo C.

Las antraquinonas son compuestos aromáticos polihidroxilados que pueden encontrarse en la corteza y la raíz de diversos géneros y especies de las familias leguminosas, rubiáceas y liliáceas. Dentro de las antraquinonas se encuentran la aloína llamada también barbaloína; la isobarbaloína y la aloemodina (Vega et al., 2005). Chang et al, (2006) dirigieron su investigación en jugo de gel de *Aloe vera*, referente a los efectos del tratamiento térmico en las sustancias bioactivas, incluyendo polisacáridos y polifenoles como la barbaloína. Los resultados mostraron que

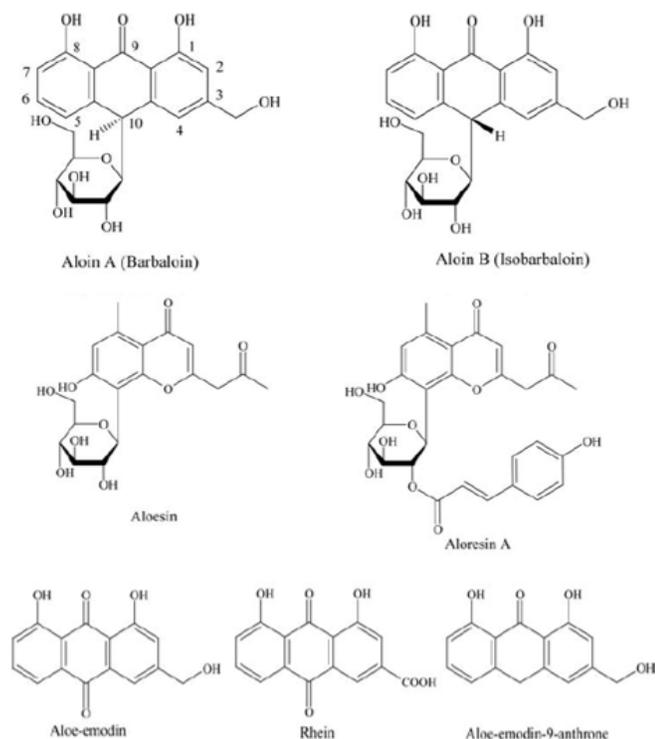


Figura 1. Estructuras químicas de los principales compuestos fenólicos del *Aloe vera* (Boudreau y Beland, 2006).

el polisacárido presenta una estabilidad máxima a los 70°C. El calentamiento promueve un decremento en el contenido del polifenol barbaloina, y es más afectado que el polisacárido.

Capacidad antioxidante.

Los antioxidantes, como defensas no enzimáticas del organismo contra las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, son esenciales para la salud humana. La mayoría de los compuestos antioxidantes son introducidos al organismo a través de la dieta. (Berker et al., 2007).

Özyürek et al, (2011) discuten que las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS/RNS) que emergen como resultado del ciclo respiratorio de la fosforilación oxidativa, pueden atacar macromoléculas biológicas (ejemplo, DNA) causando envejecimiento celular, enfermedades cardiovasculares, cambios mutagénicos y crecimiento de tumores cancerosos. El consumo de alimentos naturales de actividad antioxidante trascendente es considerado por ser la forma más eficiente de combatir tales transformaciones indeseables y riesgos a la salud.

Loots et al. (2007) analizaron extractos etanólicos de gel de *Aloe ferox* mediante las técnicas de capacidad antioxidante ORAC (Capacidad de absorbencia del

radical oxígeno) y FRAP (Poder antioxidante de reducción del hierro), encontrando que, debido a la presencia de polifenoles antioxidantes, índoles y alcaloides, este gel presentó una elevada capacidad antioxidante. Ambos métodos analíticos utilizados demostraron que los polifenoles no flavonoides contribuyen en el contenido fenólico total. Debido a su composición fitoquímica, puede mostrar un alivio prometedor en síntomas asociados con la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer, degeneración neuronal y diabetes.

Efectos hipoglucemiante y antidiabético. De acuerdo con McAnalley, (1990), el gel de *Aloe vera* tiene alrededor de 98.5% en peso de agua y más del 60% de los sólidos totales son polisacáridos. Tradicionalmente el gel de aloe es utilizado tanto externa como internamente; externamente para quemaduras menores e irritación de piel entre otras, e internamente para constipaciones, tos, diabetes, úlceras, artritis, dolor de cabeza, deficiencias en el sistema inmune, etc. (Bozzi et al., 2007).

E. Missawa et al, (2008), examinaron el efecto de extractos de los fitoesteroles lophenol (Lo) y cicloartanol (Ci) de *Aloe vera*, en un modelo de obesidad animal de diabetes tipo II. Se administraron 25 µg/gr diarios de Lo y Ci, durante 44 días a ratas Zuker obesas diabéticas. El tratamiento consecutivo de fitoesteroles suprimió la hiperglicemia y redujo los niveles de glucosa en sangre

después de los 35 días hasta un 39.6 y 37.2 menor que el grupo control, en los grupos con tratamiento de Lo y Ci respectivamente. Adicionalmente se midieron los niveles de ácidos grasos, triglicéridos y tejido graso, disminuyendo en comparación a el grupo control.

Reynolds y Dweck, (1999) reportaron la utilización del *Aloe vera* para el tratamiento de la diabetes mellitus en diferentes estudios, tanto en humanos como en animales experimentales. El *Aloe vera* fue utilizado de diferentes formas, incorporado en pan, exudado deshidratado de aloe, exudado de antraquinonas, fracciones de polisacáridos, preparaciones de piel y pulpa, extractos acuosos, extractos obtenidos con acetona, aplicaciones orales y tópicos de gel, etc. De lo anterior se obtuvieron diferentes resultados, de los cuales en su mayoría se presentó una disminución de los niveles de glucosa en sangre y de triglicéridos.

Una referencia enfocada en la diabetes es la de Rajasekaran et al, (2006); en este trabajo se estudió la eficacia del extracto etanólico del gel de Aloe vera en el efecto benéfico del estado del perfil lipídico de ratas diabéticas inducidas con estreptozotocina (STZ). La administración oral del extracto, a una dosis de 300 mg/kg de peso corporal por día; a ratas con diabetes por un período de 21 días, resultó en una reducción en los niveles de glucosa en sangre, transaminasas hepáticas en plasma y tejido (hígado y riñón), colesterol, triglicéridos, ácidos grasos libres y fosfolípidos. Además, el decremento en plasma de los niveles de lipoproteínas de alta densidad-colesterol y el incremento en plasma de los niveles de lipoproteínas de baja densidad-colesterol y lipoproteínas de muy baja densidad en ratas diabéticas, fueron restaurados a niveles normales seguidos del tratamiento con el extracto de Aloe. Así, los resultados de este estudio proporcionan un racionamiento científico para el uso de aloe como un agente antidiabético.

De acuerdo con Hamman (2008), varias pruebas pre-clínicas (en animales) y clínicas (en humanos) demostraron una disminución de los niveles de glucosa en sangre por el efecto de diferentes formas de preparación de *Aloe vera* (por ejemplo, jugos o como constituyentes en pan, etc.). Mientras que otros estudios indicaron que no pudieron ser obtenidos cambios en los niveles de glucosa en sangre. Las diferencias en los resultados de estos estudios *in vivo* pueden ser explicadas por las diferentes formas en las que las antraquinonas del aloe fueron aisladas y separadas del exudado. Además, no siempre queda

claro qué tipo de constituyentes de *Aloe vera* son utilizados en algunos estudios, lo cual puede hacer difícil la correlación del efecto con los productos utilizados.

Kim et al, (2009) estudiaron el efecto del gel de *Aloe vera* procesado en la estabilización de diabetes mellitus no insulino dependiente, inducida en ratas mediante una dieta para obesidad alta en grasas. Las ratas que exhibieron niveles de glucosa en sangre superiores a los 180 mg/dL, fueron seleccionadas para el estudio. La administración oral por ocho semanas redujo la concentración de glucosa en sangre a niveles normales para ratas con dieta que indujo obesidad disminuyendo la resistencia a la insulina. Así mismo, disminuyó significativamente los niveles de insulina en plasma. Los efectos antidiabéticos del gel fueron también confirmados por pruebas de tolerancia a la glucosa. También disminuyó los niveles de triacilglicéridos en el hígado y en plasma. El examen histológico de grasa peripidimidial demostró que disminuye el tamaño de adipocitos. Esto demuestra que la administración del gel previene la progresión de la diabetes mellitus no insulino dependiente en ratas con dietas altas en grasa y que podría ser utilizado en el tratamiento de la Diabetes Mellitus no Insulino dependiente.

A.M.H. Abo-Youssef y B.A.S. Messiha reportaron en 2013, una investigación relacionada con el estudio del efecto antidiabético de extractos de pulpa de hojas de Aloe *in vivo* e *in vitro* comparados con la glimepirida. La diabetes fue inducida experimentalmente en ratas macho albinas adultas por dosis particular de inyección intraperitoneal de estreptozotocina (50mg/kg peso corporal). El estudio *in vitro* se realizó utilizando islotes aislados del páncreas de ratas hembras albinas adultas. Ambos, el extracto de aloe y la glimepirida disminuyeron significativamente los niveles de glucosa en sangre y aumentaron los niveles de insulina en plasma en comparación al grupo diabético control. Mientras que en el estudio *in vitro*, tanto el *A. vera* como la glimepirida aumentaron la secreción de insulina basal simulada en comparación con el valor normal del grupo control.

A.M. El Sayed, et al (2016), estudiaron los efectos curativos al daño de la diabetes *in vivo*, así como un perfil de extractos metanólicos de ocho especies de aloe mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas. Los resultados obtenidos del estudio *in vivo* sugieren que el tratamiento con extractos de ocho variedades de aloe en ratas

diabéticas pudo haber tenido una influencia curativa en la enfermedad. Siendo digno de mencionar, que las ocho especies investigadas demostraron una actividad antiinflamatoria significativa. Referente al perfil químico se identificaron setenta y un compuestos diferentes en las ocho especies, siendo los principales ácidos fenólicos los derivados de ácido cumárico, así como derivados de antraquinonas, además de algunos flavonoides.

En 2017, Tabatabaei et al., diseñaron un estudio para determinar los efectos del gel de *Aloe vera* en las funciones del comportamiento, estado oxidativo y viabilidad neuronal en el hipocampo de ratas diabéticas inducidas con estreptozotocina (STZ). En este estudio, la mayoría de los resultados del gel de *Aloe vera* y la insulina fueron los mismos. Los resultados obtenidos de la terapia de insulina reforzaron los estudios previos, los cuales han demostrado que la terapia de insulina puede conducir a una mejora en las anomalías cognitivas y locomotoras también como mejorar en ciertos desórdenes psiquiátricos tales como la ansiedad en animales diabéticos inducidos con SZT.

Se ha reportado el efecto antidiabético del gel de *Aloe vera* a través de la reducción del estrés oxidativo y mejorando el estado antioxidante. Se obtuvo una reducción del 44% de los niveles de glucosa en sangre en pacientes diabéticos administrados con gel de *Aloe vera*. También fueron observados resultados similares cuando el gel de *Aloe vera* fue administrado en combinación con glibenclamida. (A.A. Maan et al. 2018).

El gel de *Aloe vera* ha sido tradicionalmente utilizado por el hombre debido a sus sustancias conocidas para la curación y otras propiedades. Es rico en mucílago formado por ácido galacturónico y glucurónico, unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. Otros polisacáridos contienen altos contenidos de ácido urónico, fructosa y otros

azúcares hidrolizables. Esta composición química también incluye componentes fenólicos con alto poder antioxidante, generalmente clasificados como cromonas y antraquinonas. (Vega et al., 2007).

El acemanano, es comercialmente conocido como Carrysin®, y es la principal sustancia bioactiva que se encuentra en la planta de *Aloe vera* (McAnalley, 1990; Reynolds y Dweck, 1999; Femenia et al., 1999 y 2003). Según Femenia et al. (1999 y 2003); Eshun y He (2004); Bozi et al. (2005), el acemanano es considerado el principal componente funcional del *Aloe vera* y está compuesto por una larga cadena de unidades de manosa acetiladas.

Acorde con Femenia et al. (2003), Bozi et al. (2005), Chang et al. (2006) y Hamman (2008), el acemanano es un polisacárido de almacenamiento localizado dentro del protoplasma de las células parenquimatosas del *Aloe vera* y es descrito como un polisacárido lineal compuesto por residuos de manosa con enlaces (β -1,4), con los carbonos 2 ó 3 acetilados y algunas cadenas largas formadas por unidades de galactosa unidas al carbono 6.

El glucomanano o acemanano (Figura 2) es una fibra muy soluble, que posee una excepcional capacidad de captar agua, formando soluciones muy viscosas. Posee un alto peso molecular y una viscosidad más elevada que cualquier fibra conocida. Se ha demostrado que es eficaz para combatir la obesidad, por la sensación de saciedad que produce; ayudando en el estreñimiento debido a que aumenta el volumen fecal; asimismo disminuye los niveles de glucosa e insulina, probablemente debido a que retrasa el vaciado gástrico y, por lo tanto, dificulta el acceso de la glucosa a la mucosa intestinal (Vega et al., 2005).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existe un gran número de compuestos y sustancias químicas provenientes del *Aloe vera*, como son

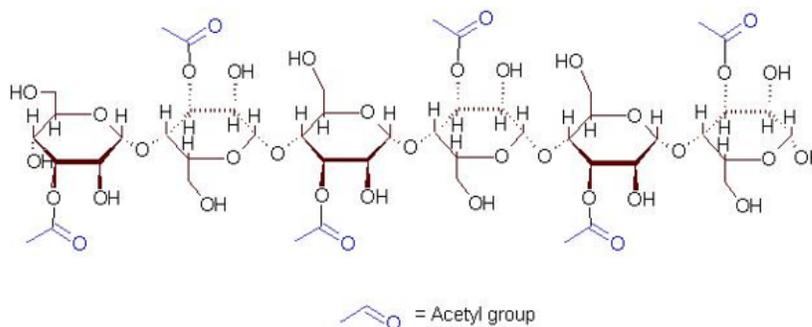


Figura 2. Estructura química del acemanano.

polisacáridos, polifenoles, flavonoides, antioxidantes, vitaminas, etc., a las cuales se les atribuyen los efectos hipoglucemiantes y antidiabéticos, sin embargo no queda del todo claro cuál de ellos es el que realmente tiene los mejores efectos en la reducción de glucosa en sangre o en el atrapamiento de los radicales libres causantes de enfermedades crónicas degenerativas como lo es la diabetes mellitus. De acuerdo con algunos autores, los efectos encontrados en tratamientos hipoglucemiantes o antidiabéticos se pueden deber a la sinergia entre varios compuestos a la vez, por lo cual, se sigue haciendo necesario investigar más a fondo el aislamiento de estos componentes bioactivos y realizar combinaciones de dos o más de los que se les atribuye estos efectos benéficos para la salud y poder dilucidar como pueden hacerse más biodisponibles; ya sea los polisacáridos de almacenamiento como el acemanano y/o el glucomanano; los compuestos fenólicos como las cromonas y antraquinonas o algunos otros compuestos que por sus efectos funcionales son los verdaderos causantes del atrapamiento de especies reactivas de oxígeno, radicales libres o que por su gran capacidad de retención de agua y aceite sean los responsables de atrapar los monosacáridos disueltos en el líquido y retardar el vaciado gástrico, sin permitir el paso de estas pequeñas moléculas en el intestino delgado, hacia el torrente sanguíneo, con la consecuente disminución de los niveles de hiperglicemia.

LITERATURA CITADA

1. **A.M., El Sayed; M.S., Ezzat; M.M. El Naggar; S.S., El Hawary.** 2016. *In vivo* diabetes wound healing effect and PLC-DAD-ESI-MS/MS profiling of the methanol extracts of eight *Aloe* species. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 26, 352-362.
2. **A.M.H., Abo-Youssef y B.A.S. Messiha.** 2013. Beneficial effects of *Aloe vera* in treatment of diabetes: Comparative *in vivo* and *in vitro* studies. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*. 51, 7-11.
3. **A.A. Maan; A. Nazir; M.K. Iqbal Khan; T. Ahmad; R. Zia; M. Murid; M. Abrar.** 2018. The therapeutic properties and applications of aloe vera. 12, 1-10.
4. **Anderson, R. A.; Broadhurst, C. L.; Polansky, M. M.; Schmidt, W. F.; Khan, A.; Flanagan, V. P.; Schoene, N. W. y Graves, D. J.** 2004. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 65-70.
5. **Andrade-Cetto, A. y Heinrich M.** 2005. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*. 99, 325-348.
6. **Berker, K. I.; Güçlü, K.; Tor, I. y Apak, R.** 2007. Comparative evaluation of Fe(III) reducing power-based antioxidant capacity assays in the presence of phenanthroline, tripyridyltriazine (FRAP), and ferricyanide reagent. *Talanta*. 72, 1157-1165.
7. **Bors, W. y Michel, C.** 2002. Chemistry of the antioxidant effect of polyphenols. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 957, 57-69.
8. **Boudreau, M. D. y Beland, F.A.** 2006. An Evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (Miller), *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health Part C*. 24, 103-154.
9. **Bozzi, A.; Perrin, C.; Austin, S. y Arce Vera, F.** 2007. Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food Chemistry*. 103, 22-30.
10. **Bunyapraphatsara, N.; Yongchaiyudha, S.; Rungpitarangsi, V. y Chokechaijaroenporn, O.** 1996. Antidiabetic activity of *Aloe vera* juice. clinical trial in DM patients in combination with glibenclamide. *Phytomedicine* 3, 245-248.
11. **Chang, X. L.; Wang, Ch.; Feng, Y. y Liu, Z.** 2006. Effects of heat treatments on the stabilities of polysaccharides substances and barbaloin in gel juice from *Aloe vera* Miller. *Journal of Food Engineering*. 75, 245-251.
12. **Chang, X. L.; Chen, V. Y. y Feng, Y.** 2011. Water-soluble polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower from *Aloe vera* Miller. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 42, 197-203.
13. **Christaki, E. V. y Florou-Paneri, P. C.** 2010. *Aloe vera* a plant for many uses. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 8(2), 245-249.
14. **Díaz, J. A. y Ávila, L. M.** 2002. Sondeo del mercado mundial de Sábila (*Aloe vera*). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 21 pp. Consultado el 25 de enero de 2009 en: http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/mercados_verdes/INFO%20SECTORIAL/Sondeo%20del%20Mercado%20de%20Sabila.pdf

15. **Dixit, V. P. y Joshi, S.** 1983. Effect of Aloe *barbadensis* and clofibrate on serum lipids in triniton-induced hyperlipidemia in Presbyter Entellus Monkeys. *Indian Journal of Medical Research*. 78, 417-421.
16. **E. Misawa; M. Tanaka; K. Nomaguchi; M. Yamada; T. Toida; M. Takase; K. Iwatsuki; T. Kawada.** 2008. Administration of phytosterols isolates from Aloe vera gel reduce visceral fat mass and improve hyperglycemia in Zucker diabetic fatty (ZDF) rats. *Obesity research & clinical practice*. 2, 239-245.
17. **Eshun, K. y He, Q.** 2004. Aloe vera: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 44, 91-96.
18. **Femenia, A.; Sánchez, S. E.; Simal, S. y Rosselló, C.** 1999. Compositional features of polysaccharides from Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) plant tissues. *Carbohydrate Polymers*. 39, 109-117.
19. **Femenia, A.; García-Pascual, P.; Simal, S. y Roselló, C.** 2003. Effects of heat treatment and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydrate Polymers*. 51, 397-405.
20. **Gupta, M. B.; Nath, R.; Gupta, G. P., y Bhargava, k. P.** 1981. Antiulcer activity of some plant triterpenoids. *Indian Journal of Medical Research*. 73, 649-652.
21. **Hamman, J. H.** 2008. Composition and applications of Aloe vera leaf gel. Review. *Molecules*. 13, 1599-1616.
22. **Huang, D.; Ou, B. y Prior, R. L.** 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53, 1841-1856.
23. **Kandil, A., y Gobran, W.** 1979. Protection of gastric mucosa by Aloe vera. *Journal of drug research*. 11, 191-196.
24. **Karaman, Ş.; Tütem, E.; Başkan, K. S. y Apak, R.** 2010. Comparison of total antioxidant capacity and phenolic composition of some apple juices with combined HPLC-CUPRAC assay. *Food Chemistry*. 120, 1201-1209.
25. **Kim, K.; Kim, H.; Kwon, J.; Lee, S.; Kong, H.; Im, S.; Lee, Y. H.; Lee, Y. R.; Oh S. T.; Jo, T. H.; Park, Y. I.; Lee, Ch. K. y Kim, K.** 2009. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of processed *Aloe vera* gel in a mouse model of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Phytomedicine*. 16, 856-863.
26. **Kluge, M.; Knapp, I.; Kramer, D.; Schwerdtner, I. y Ritter, H.** 1979. Crassulacean acid metabolism in leaves of Aloe *arborescens* Mill. comparative studies of the carbon metabolism of chlorochym and central hydrenchym. 145, 357-363.
27. **Kuzuya, T.; Nakagawa, Sh.; Satoh, J.; Kanazawa, Y.; Iwamoto, Y.; Kobayashi, M.; Nanjo, K.; Sasaki, A.; Seino, Y.; Ito, Ch.; Shima, K.; Nonaka, K. y Kadowaki, T.** 2002. Report of the Committee on the classification and diagnostic criteria of diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 55(1), 65-85.
28. **Lee, K.Y.; Weintreaub, S.T. y Yu, B.P.** 2000. Insolation and identification of a phenolic antioxidant from Aloe vera. *Free Radical Biology & Medicine*. 28, 261-265.
29. **Martinez, M.; Betancourt, J. y Alonso, N.** 1996. Ausencia de actividad antimicrobiana de un extracto acuoso liofilizado de Aloe vera (Sábila). *Rev. Cubana Plantas Medicinales*. 1, 18-20. **McAnalley, B. H.** 1990. Process for preparation of Aloe products. United States patent # 4957907.
30. **Moore, D. E. y McAnalley, B. H.** 1995. Drink containing mucilaginous polysaccharides and its preparation. United States patent #5443830.
31. **Özyürek, M; Güçlü, K. y Apak, R.** 2011. The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement. *Trends in Analytical Chemistry*. 30(4), 652-664.
32. **Rahimi R.; Nikfar, S.; Larijani, B. y Abdollahi, M.** 2005. A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 59, 365-373.
33. **Rajasekaran, S.; Ravi K.; Sivagnanam, K. y Subramanian, S.** 2006. Beneficial effects of *Aloe vera* leaf gel extract on lipid profile status in rats with streptozotocin diabetes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 33, 232-237.
34. **Ramachandra, C. T. y Srinivasa, R. P.** 2008. Processing of Aloe vera gel: a review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3 (2), 502 - 510.

35. **Reynolds, T. y Dweck, A. C.** 1999. Aloe vera leaf gel: a review update. *Journal of ethnopharmacology*. 68, 3-37.
36. **Rosado-Pérez, J. y Mendoza-Núñez, V. M.** 2007. Mini-revisión: Inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus. *Bioquímica*. 32(2), 58-69.
37. **Sánchez, R. J. R.** 2002. De Nuestra Cosecha. La Sábila, una Planta milenaria de salud. Claridades Agropecuarias. ASERCA (106), 26-27.
38. **Sugat, T. y Hirata, T.** 1983. The efficacy of the Aloe plants chemical constituents and biological activities. *Cosmetics and toiletries*. 98, 105 -108.
39. **Tabatabaei, S.R.F.; Ghaderib, S.; Bahrami-Tapeheburc M.; Farboodb Y.; Rashnob, M.** 2017. Aloe vera gel improves behavioral deficits and oxidative status in STZ-induced diabetic rats. *Biomedicine and pharmacotherapy*. 96, 279-290.
40. **Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneros-Zevallos, L. y Hawkins B. D.** 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruits extracts. *Journal of food composition and analysis*. 19, 669 - 675.
41. **Valverde, J. M.; Valero, D.; Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Castillo, S. y Serrano, M.** 2005. Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of agricultural and food chemistry*. 53, 7087-7813.
42. **Vega, G. A.; Ampuero, C. N.; Díaz, N. L. y Lemus, R. M.** 2005. El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como Componente de Alimentos Funcionales. *Revista Chilena de Nutrición*. 32(3), 1 - 14.
43. **Vega, A.; Uribe, E.; Lemus, R. y Miranda, M.** 2007. Hot-Air drying characteristics of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) and influence of temperature on kinetic parameters. *LWT*. 40, 1698-1707.
44. **Yagi, A.; Shibata, S.; Nishioka, J.; Iwadre, S. e Ishida, Y.** 1982. Cardiac stimulant action of constituents of Aloe saponaria. *Journal of pharmaceutical sciences*. 71, 739-741.
45. **Zhen, Wei y Wang, Shiow, Y.** 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49, 5165-5170.

PREVALENCIA DE *Treponema pallidum* EN PACIENTES DE LA SECRETARÍA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA DE GÓMEZ PALACIO, DURANGO

¹Ochoa-García Perla Patricia, ¹Esparza-González Sigfredo, ¹Martínez-Romero Aurora, ¹Hernández-González Sandra Isabel

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio. Artículo 123 s/n, Colonia Filadelfia, 35015, Gómez Palacio, Durango. Tel: (871) 7 15 88 10 Ext 119, Fax: (871) 7 15 29 64 Ext 119

Correo electrónico: a.martinezr@ujed.mx

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de *T. pallidum* en pacientes de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de Gómez Palacio, Dgo. **Materiales y métodos:** Se realizó un análisis serológico en 22,730 muestras de suero de pacientes con sintomatología propia de la enfermedad. Se detectó la presencia de anticuerpos que se encuentran presentes en el suero de los individuos afectados, empleando como antígeno Reagina Plasmática Rápida (RPR). **Resultados:** Se determinó que la prevalencia de *T. pallidum* en pacientes de la SSA de Gómez Palacio, Dgo., obteniendo un 0.15% en 2014, 0.47% en 2015 y 0.33% de enero-mayo del 2016 **Conclusiones:** Acorde con el presente estudio las infecciones por *T. pallidum* continúan siendo un problema de salud pública y las pruebas diagnósticas no treponémicas permanecen como el estándar de oro para el diagnóstico clínico de sífilis.

Palabras clave: *Treponema pallidum*, sífilis, RPR

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the prevalence of *T. pallidum* in patients of the Secretaría de Salubridad y Asistencia of Gómez Palacio, Dgo. **Materials and methods:** Serological analysis was performed on 22,730 serum samples from patients with symptoms of the disease. The presence of antibodies that are present in the serum of the affected individuals was detected using Rapid Plasma Reagin (RPR) as antigen. **Results:** It was determined that the prevalence of *T. pallidum* in patients of the SSA of Gómez Palacio, Dgo., obtaining 0.15% in 2014, 0.47% in 2015 and 0.33% in January-May 2016. **Conclusions:** According to the present study, *T. pallidum* infections continue to be a public health problem and non-treponemal diagnostic tests

remain the gold standard for the clinical diagnosis of syphilis.

Key Words: *Treponema pallidum*, syphilis, RPR

Introducción

La sífilis es una enfermedad crónica, multi-etapa, de transmisión sexual causada por la bacteria espiroqueta *Treponema pallidum* (*T. pallidum*), caracterizada por ser diseminada, progresiva y de manifestaciones clínicas proteicas. El *T. pallidum* tiene 24 espirales y realiza movimientos en sentido longitudinal y de rotación, formando un ángulo agudo u obtuso. Entre la serie de movimientos que realiza se encuentra la rotación a lo largo de su eje longitudinal a la manera de sacacorchos, el movimiento lento hacia delante y hacia atrás, se dobla, comprime, extiende y forma lazadas sin perder su forma de espiral rígida (Lameiras-Fernández, *et al.* 2010). Es una bacteria bastante frágil, la humedad y el calor del cuerpo humano le son indispensables para sobrevivir, de lo contrario muere inmediatamente, no soporta los climas secos o las temperaturas superiores de 42°C (Laguado 2011). El ser humano es el único hospedador natural de *T. pallidum* (Murillo- Calderón, 2010). La sífilis es conocida como “la gran imitadora” y ha representado un continuo desafío de diagnóstico clínico ya que sus manifestaciones tientan a los médicos a realizar diagnósticos incorrectos (Koizumi, *et al.* 2018). La incidencia de sífilis ha experimentado un fuerte aumento en todo el mundo en las últimas décadas. A pesar de ser fácilmente tratada con antibióticos, sigue siendo un problema de salud pública mundial (Long, *et al.* 2012). Su diagnóstico está basado en pruebas serológicas treponémicas (TP-PA, FTA-ABS) o no treponémicas (RPR, VDRL) (Perna, C., Cuevas, J., *et al.*, 2011). A pesar de la existencia de regímenes de tratamiento con antibióticos baratos y eficaces, más de 10,5 millones de nuevos casos

de sífilis se estima que se producen anualmente en todo el mundo (Cruz, A., Ramirez, L., et al., 2012). Es aún muy frecuente en países en desarrollo y ha aumentado su incidencia en los últimos años en los países desarrollados (Perna, C., Cuevas, J., et al., 2011). La Sífilis es una enfermedad sistémica crónica que afecta la economía de las instituciones de salud alrededor de todo el mundo ya que su tratamiento en etapas avanzadas resulta costoso. Por lo que es importante determinar la prevalencia de *T. pallidum* en sus etapas iniciales. El objetivo de la presente investigación fue determinar la prevalencia de *T. pallidum* en pacientes de ambos sexos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Material y métodos

Se realizó un análisis serológico en 22,730 muestras de suero de pacientes con sintomatología propia de la enfermedad. Se detectó la presencia de anticuerpos que se encuentran presentes en el suero de los individuos afectados, empleando como antígeno Reagina Plasmática Rápida (RPR).

Resultados y discusión

De 9,600 casos que se manejaron de Enero a Diciembre del 2014, 15 pacientes dieron positivo a prueba de RPR, resultando una prevalencia de 0.15%, mientras que de Enero a Diciembre del 2015 se evaluaron 8,930 pacientes de los que se obtuvieron 42 casos positivos, resultando una prevalencia del 0.47% y en el periodo de Enero a Mayo del 2016 se analizaron a 4,200 pacientes los cuales 14 fueron positivos arrojando una prevalencia del 0.33% (Figura 1).

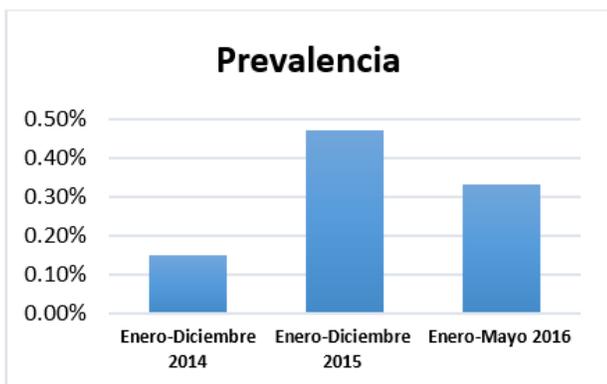


Figura 1. Resultados de prevalencia de *T. pallidum*

Jain, Mendiratta y colaboradores (2012) y Herrera-Ortiz, Uribe-Salas y colaboradores (2015) en estudios epidemiológicos reportan una prevalencia

decreciente de sífilis incluyendo otras Enfermedades de Transmisión Sexual (ETS) bacterianas y una creciente incidencia de las ETS virales. Sin embargo, un resurgimiento de la sífilis ha sido observado y reportado por algunos. El diagnóstico de laboratorio de la sífilis se realiza normalmente mediante serología excepto cuando puede detectarse directamente en el material de las lesiones. Hay un gran número de diferentes ensayos treponémicos comerciales disponibles que varían en formato, sensibilidad y especificidad. (Naaber, P., Makoid, E., et al., 2009). Actualmente, al realizar un seguimiento de la terapia administrada a los pacientes se considera que una respuesta adecuada al tratamiento contra la sífilis se define como la obtención de un título ≥ 2 logrando así una reducción en RPR (Kenyon, Ch., Krista, K., et al 2018). Las infecciones por *T. pallidum* continúan siendo un problema de salud pública en nuestro país y las pruebas diagnósticas no treponémicas permanecen como el estándar de oro para el diagnóstico clínico de sífilis.

Literatura citada

Cruz A; Ramírez LG; Zuluaga AV; Pillay A; Abreu C; Valencia C; La Vake C; Cervantes JL; Drunham-Ems S; Cartun R; Mavilio D; Radolf J; Salazar JC. Immune evasion and recognition of the syphilis spirochete in blood and skin of secondary syphilis patients: two immunologically distinct compartments." PLoSNeg Trop Dis 2012; 6(7): e1717.

Herrera-Ortiz, A, Uribe-Salas F, Olamendi-Portugal M, García-Cisneros S, Conde-Glez C, Sánchez-Alemán M. Análisis de la tendencia de sífilis adquirida en México durante el periodo 2003-2013. Salud Pública de México 2015; 57, 335-342.

Jain, A, Mendiratta V, Chander R. Current status of acquired syphilis: A hospital-based 5-year study. Indian Journal of Sexually Transmitted Diseases 2012; 33(1): 32.

Kenyon, Ch, Krista K. O, and Apers, L. Repeat Syphilis Is More Likely to Be Asymptomatic in HIV-Infected Individuals: A Retrospective Cohort Analysis With Important Implications for Screening. Open Forum Infectious Diseases 2018; 1-3 Koizumi Y, Watabe T, Ota Y, Nakayama S-i, Asai N, Hagihara M, et al. Cerebral syphilitic gumma can arise within months of reinfection: a case of histologically proven *Treponema pallidum* strain type 14b/f infection with human immunodeficiency virus positivity. Sexually Transmitted Diseases 2018; 45(2): e1-e4.

Laguado, N. F, García M.J.P. Manifestaciones dermatológicas de la sífilis. *Revista Médicas UIS* 2011; 24(2): 203-213.

Lameiras-Fernández, M, Carrera-Fernández, MV, Faílde-Garrido, JM, Ricoy-Lorenzo, MC, López-Castedo, A, Núñez-Mangana, AM. Promocionando el uso del preservativo femenino: un estudio cualitativo en parejas heterosexuales españolas. *International Journal of Clinical and Health Psychology* 2010;10(2):309-326.

Long F, Zhang J, Shang G, Shang S, Gong K, Wang Q. Seroreactivity and immunogenicity of Tp0965, a hypothetical membrane protein of *Treponema pallidum*. *Chinese Medical Journal* 2012; 125(11), 1920-1924.

Maple P, Ratcliffe D, Smit E. Characterization of *Treponema pallidum* particle agglutination assay-negative sera following screening by treponemal total antibody enzyme immunoassays. *Clinical and Vaccine Immunology* 2010; 17(11), 1718-1722.

Murillo-Calderón A. Actualización: sífilis en medicina legal. *Medicina Legal de Costa Rica* 2011; 28(1), 55-64.

Naaber, P., Makoid, E., et al. "Evaluation of ID-PaGIA syphilis antibody test." *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2009; 75(5).

Perna C, Cuevas J, Hardisson D, Fernández E, Beato M, Contreras F. Valoración anatomopatológica e inmunohistoquímica frente a *Treponema pallidum* en 42 biopsias con sospecha clinicopatológica de sífilis. *Revista Española de Patología* 2011; 44(3), 145-150.

METAHEMOGLOBINA Y CUERPOS DE HEINZ, EN NIÑOS QUE CONSUMEN AGUA CONTAMINADA POR NITRATOS

¹Calleros Rincón Esperanza Yasmín, ²Avalos Calleros Bertha Yasmin, ¹Morales Rebeca Pérez, ³González Zamora Alberto, ¹Alba Romero José de Jesús, ¹Olivas Calderón Edgar Héctor.

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

²Universidad Vizcaya de las Américas. Boulevard Venustiano Carranza Núm 4925 Esq. con Boulevard Nazario Ortiz Garza, Saltillo, Coah.

³Facultad de Ciencias Biológicas Gómez Palacio de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Artículo 123 s/n Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo., México

* Email: peracalleros@gmail.com

Resumen

Introducción. En el área rural de Ciudad Lerdo, Durango, la contaminación del agua por nitrógeno de nitrato se da por la sobre-fertilización y la mala distribución de las excretas del ganado vacuno, llegando a sobrepasar los límites de la NOM 127 SSA, la cual estipula 10 mg/L de nitrógeno de nitrato, esta contaminación produce efectos deletéreos en la salud, como metahemoglobinemia, hipotiroidismo y diversos tipos de cáncer.

Objetivo. Determinar el porcentaje de metahemoglobina y cuerpos de Heinz en niños que consumen agua contaminada por nitratos.

Material y métodos. Es un estudio transversal, donde participaron 51 niños y 52 niñas de 1 a 12 años de edad, previo conocimiento del estudio y firma de la carta de consentimiento informado de sus padres, el análisis de agua fue por electrodo de ion selectivo, el porcentaje de metahemoglobina por el método de Shihana, y los cuerpos de Heinz mediante tinción con cristal de violeta.

Resultados. La concentración mínima de nitrógeno de nitrato fue de 12.8 y la máxima de 45mg/L. La media de metahemoglobina fue de 11.44 y 11.8 g/dL, la desviación estándar de 1.64 y 1.41 en niños y niñas respectivamente. **Conclusiones.** El consumo de agua contaminada por nitratos causa aumento de metahemoglobina y la presencia de cuerpos de Heinz.

Palabras clave: Agua, metahemoglobina, nitrato, cuerpos de Heinz.

Abstract

Introduction. In the rural area of Ciudad Lerdo, Durango, water contamination by nitrate of nitrogen is due to overfertilization and maldistribution of cattle excreta, exceeding the limits of NOM 127 SSA 10 mg / L nitrogen. This pollution produces deleterious effects on health, such as methemoglobinemia, hypothyroidism and various types of cancer.

Objective. Determine the percentage of methemoglobin and Heinz bodies in children who consume water contaminated by nitrates.

Material and methods. It is a cross-sectional study, involving 51 children and 52 and girls from 1 to 12 years of age, previous knowledge of the study and signing of the informed consent letter from their parents, the water analysis was by selective ion electrode, the percentage of methemoglobin by the method of Shihana, and the bodies of Heinz by means of violet crystal staining.

Results. The minimum concentration of nitrate nitrogen was 12.8 and the maximum concentration was 45mg / L. The mean methemoglobin was 11.44 and 11.8 g / dL, the standard deviation of 1.64 and 1.41 in boys and girls respectively.

Conclusions. The consumption of water contaminated by nitrates causes an increase in methemoglobin and the presence of Heinz bodies.

Key words: Water, methemoglobin, nitrate, Heinz bodies.

Introducción.

Dentro de las actividades económicas que realiza el área rural de la Comarca Lagunera de Durango, se encuentra el cultivo de hortalizas para consumo humano y maíz forrajero para alimento del ganado vacuno. Debido a que es la cuenca lechera más importante de México, se han tenido que sobre-fertilizar los campos con sustancias nitrogenadas contribuyendo a la contaminación del acuífero, donde los niveles de nitrógeno de nitrato ($N-NO_3^-$), rebasan los límites permitidos por la NOM 127 SSA, que marca, 10mg/L de $N-NO_3^-$ y en donde hay comunidades con concentraciones que van de 12.8 a 45mg/L de $N-NO_3^-$. (Calleros et al. 2012).

Debido al ciclo del nitrógeno, la presencia de nitratos y nitritos en el ambiente se da de manera natural; sin embargo, las actividades humanas modifican sus concentraciones y pueden hacer que estos compuestos sean potencialmente peligrosos para la salud humana y animal. Las fuentes ambientales más importantes son el uso de fertilizantes nitrogenados, la disposición de excretas y desechos municipales e industriales. Aunque el nitrito es el compuesto tóxico, un factor determinante en la incidencia de la toxicidad es la concentración $N-NO_3^-$ en el agua debido a que se forman a partir de los mismos. (Kilfoy, et al. 2013).

En modelos animales se ha reportado que en aves intoxicadas con aguas procedentes de pozos agrícolas se encontraron alteraciones significativas en células de la respuesta inmune, altos niveles de metahemoglobina, fosfatasa alcalina, aspartato aminotransferasa y lactato deshidrogenasa (Rodríguez-Estival et al. 2010).

El nitrato ingerido a través del agua de bebida o por alimentos se absorbe en el intestino delgado mediante transporte activo y otra fracción es bio-transformada por la microbiota del tracto gastrointestinal, mientras que los nitritos se absorben por difusión a través de la mucosa gástrica y la pared intestinal (Lundberg et al. 2008). Del nitrato ingerido aproximadamente el 5% es reducido a nitrito por la acción de las bacterias reductoras presentes en la cavidad oral y el 25% es parcialmente reciclado en las glándulas salivales, que concentran el nitrato a partir del plasma, este nitrato en la saliva también puede ser reducido a nitrito. Después de la absorción del nitrato y su secreción en los fluidos corporales es excretado en la orina en un lapso máximo de 5 horas después de la ingesta. En humanos cerca del 3% de la dosis de nitrato aparece en la orina como urea o amonio.

Como se mencionó anteriormente, los nitratos pueden ser reducidos a nitritos en el tracto digestivo del organismo, lo que produce la oxidación de la hemoglobina (Hb) a metahemoglobina (metaHb). La Hb se encarga del transporte del oxígeno a través de los vasos sanguíneos y capilares, mientras que la metaHb no es capaz de captar y ceder el oxígeno (Umbreit et al. 2007), la privación de oxígeno causada por la unión de nitratos y nitritos a la hemoglobina ocurre en los tejidos cuando el suministro de O_2 a través del sistema cardiovascular es insuficiente para la demanda requerida por las células, generando hipoxia (Lou et al. 2010). La hipoxia se ha relacionado con diversos procesos patológicos sub-crónicos como alteraciones en las células sanguíneas, formación de cuerpos de Heinz, así como alteraciones en los parámetros bioquímicos y crónicos como alteraciones hepáticas y renales, así como la iniciación carcinogénica (Semenza et al. 2004).

El principal mecanismo de toxicidad de los nitritos es la oxidación del ion Ferroso (Fe^{+2}) a ion Férrico (Fe^{+3}), lo que puede producir Metahemoglobinemia, efectos cardiovasculares y efectos respiratorios (Al-Lawati & Murch, 2012).

La principal enzima encargada de la reducción de metaHb en mamíferos es la nicotinamida dinucleótido hidrogenasa (NADH) dependiente de citocromo b5 reductasa (CB5R) y la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato hidrogenasa (NADPH) presentes en los eritrocitos, las cuales catalizan la reducción de ion férrico a ion ferroso (Steinberg, 2009). El azul de metileno combate la metaHb activando las reacciones NADPH y acelerando el proceso de reducción de MetaHb. (Kunos et al. 2012). La NADH es una enzima ubicua que participa en la desnaturalización de ácidos grasos, biosíntesis de colesterol y algunos metabolitos mediados por citocromo p450. La concentración de metaHb es mantenida normalmente alrededor del 1% de Hb por la acción de NADH dependiente de citocromo b5 reductasa (Bradberry et al. 2011). Este sistema tiene la capacidad de reducir la metaHb a desoxihemoglobina a una velocidad de 250 veces de la que oxida normalmente el grupo Hemo. La metaHb oxida lipoproteínas lo que conlleva a la promoción de arteriosclerosis, está también estimula las interleucinas 6 y 8 lo que intensifica la respuesta inflamatoria a nivel de tejido (Umbreit, 2007).

A diferencia de la forma ferrosa de la hemoglobina, en metaHb no se une el oxígeno fuertemente. La

oxidación de la oxihemoglobina por nitrito para producir metahemoglobina es un proceso complejo que se ha caracterizado por una fase de retardo, seguido de una fase autocatalítica. Estas fases reflejan el requisito para la acumulación de intermediarios reactivos en el mecanismo oxidativo. (Telen, 2009).

Los niveles elevados de metaHb pueden conducir a la hipoxia anémica, una condición en la que hay un suministro inadecuado de oxígeno a los tejidos. La hipoxia produce cianosis y relajación del músculo liso. Se ha reportado que la cianosis y la relajación del músculo liso han sido observadas en ratas tratadas con 1500 ppm o mayores concentraciones de nitrato de sodio en el agua de bebida. Los síntomas de la metahemoglobinemia difieren dependiendo del nivel de concentración de MetaHb en la sangre, de 0-20% potencialmente se produce cianosis; 20-40% de desarrolla cefalea, ansiedad, vértigo y taquicardia; 40-60% hipotermia y fallo respiratorio; más del 60% arritmia, convulsión y muerte (Al-Lawati & Murch, 2012).

La metahemoglobinemia es un trastorno clínico presente cuando la metaHb representa más de 1% de la Hb. Este trastorno se puede producir cuando el sistema de metahemoglobina reductasa está exhausto (adquirido) o deficiente (congénito), y cuando una cadena de globina estructuralmente anormal estabiliza la metaHb para convertirla en una molécula poco susceptible a la reducción (congénito) (Do Nascimento et al. 2008).

La metahemoglobinemia adquirida en individuos normales se da cuando fármacos u otras sustancias tóxicas (anilina, benceno, cloroquina, dapsona, fentanil, metoslopramida, nitritos) oxidan a la hemoglobina en circulación a una velocidad que excede la capacidad reductora del sistema de la hemoglobina reductasa. La metaHb puede resultar también de defectos congénitos en los sistemas reductores antes mencionados o de la presencia de una hemoglobina anormal (Do Nascimento et al. 2008). Es más grave cuando la produce una deficiencia o anomalía de la enzima NADH metahemoglobina reductasa (Saleh & McConkey, 2012). En este trastorno, la cianosis se observa desde el nacimiento y los valores de metaHb alcanzan de 10-20%. La variante de hemoglobina estructural hereditaria, HbM también produce metahemoglobinemia. HbM se debe a sustituciones de aminoácidos en las cadenas cerca del grupo Hemo para estabilizar el hierro en el estado Fe³⁺ oxidado. La metahemoglobina provocada por estos defectos hereditarios no puede ser reducida

mediante tratamiento con azul de metileno y ácido ascórbico.

La presencia de cuerpos de Heinz en el interior de los eritrocitos constituidos por hemoglobina desnaturalizada o precipitada ya sea por deficiencia de G-6-PD, trastornos de hemoglobina inestable, fármacos o toxinas oxidantes y post-esplenectomía, conllevan a una alteración en el enlace hem-globina, lo que provoca que esta se desnaturalice (Telen 2009).

La MetaHb o Ferrihemoglobina es un derivado de la Hb en la que el hierro ferroso se oxida a su forma férrica, lo que origina un color azulado pardo, similar a la cianosis de la piel. La Metahemoglobina forma parte de la Hemoglobina "inactiva"; es incapaz de combinarse de modo reversible con el oxígeno y monóxido de carbono, además desvía la curva de disociación del oxígeno en el sentido de un aumento de su afinidad por este y entorpece por tanto su transporte desde la sangre a los tejidos. Esto trae como consecuencia inestabilidad en la Hb. Los cuerpos de Heinz son pequeñas inclusiones, redondas y retractiles que se encuentran en la periferia de las células, están formadas por globina desnaturalizada que se produce cuando se destruye la hemoglobina. (Arango, 2011).

El objetivo del presente estudio fue demostrar que el consumo de agua contaminada por nitratos produce aumento del porcentaje de metahemoglobina, ocasionando la presencia de cuerpos de Heinz.

Material y métodos.

Es un estudio transversal realizado en 10 comunidades del área rural de ciudad Lerdo, Durango, México, cuya actividad económica es la agricultura y la ganadería, el universo de los niños estudiados fue de 225 de 1 a 12 años de edad, los cuales fueron invitados a través de sus padres previo conocimiento del estudio y firma de la carta de consentimiento informado. Los criterios de inclusión: todos los niños con edad de 1 a 12 años residentes del lugar, con un año o más de residencia que consuman agua de la llave o de pozo y que permitió el 95% de confiabilidad y el 80% de poder, siendo la muestra de 103 niños.

Muestreo de agua. El muestreo del agua se realizó de acuerdo a lo que marca la norma oficial mexicana. NOM 014-SSA-1-1993 "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua

Tabla 2. Promedio de edad, metahemoglobina y cuerpos de Heinz en la población de niños y niñas que consumen agua contaminada por nitratos.

Parámetro	Edad			MetHb* g/dL			Cuerpos de Heinz		
	n	Niños	niñas	n	Niños	Niñas	n	Niños	Niñas
n	103	51	52	103	51	52	103	51	52
Mínimo	1	1	1	7.3	7.3	8.3	0	0	0
Máximo	12	12	12	13.8	13.5	13.8	3	3	3
Media	7.54	7.76	7.33	11.63	11.44	11.8	1.05	1.31	0.79
(DS)	3.28	3.5	3	1.53	1.64	1.41	1.25	1.32	1.14

*Metahemoglobina

públicos y privados". La recolección de las muestras de agua se llevó a cabo en cada uno de los domicilios que tengan pozo y de la red de distribución, en número de dos, colocando cada una de las muestras en un recipiente de plástico debidamente etiquetado y herméticamente sellado con los datos: de domicilio, apellidos de la familia y fecha de recolección para ser analizado en el laboratorio, a una temperatura de 20°C, para su análisis por electrodo de ion-selectivo (ISE SympHony™, Merck).

Muestreo de sangre para determinar MetaHb y cuerpos de Heinz

Por el método de venopunción se tomó una muestra de sangre a la población infantil de 1 a 12 años de edad, por ser la de mayor susceptibilidad a presentar metahemoglobinemia y la presencia de cuerpos de Heinz, para la determinación del porcentaje de, MetaHb se realizó por el método de Shihana, 2011. Brevemente, se prepara un hemolizado (D1) que posteriormente se emplea para realizar lecturas a 630 nm, agregando azida de sodio (D2); en otro volumen de hemolizado se agrega ferrocianuro de potasio (D3), después se agrega azida de sodio (D4). Utilizándose la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de metHb} = \frac{D1 - D2}{D3 - D4} \times 100$$

Para la cuantificación de los cuerpos de Heinz, se mezcló en un tubo de ensayo, volúmenes iguales de la solución de

cristal violeta y de la sangre problema, se incubó la mezcla, a 37° C, durante 5 minutos, posteriormente se hizo una extensión fina de la mezcla, se dejó secar la extensión, y se observó al microscopio.

Resultados.

En la **tabla 1**, se muestran los resultados encontrados de los niveles de N-NO_3^- en el agua de consumo humano donde se encontró una máxima 45 y una mínima de 12.8 mg/L de N-NO_3^- respectivamente.

Tabla 1. Niveles de nitratos en agua para consumo humano y agrícola en los poblados incluidos en el estudio

NOM 127 SSA-1994, valor de referencia: N-NO_3^- (10mg/L)	
Localidad	Nivel de exposición de N-NO_3^- (mg/L)
Juan E. García	24
Vicente Nava	13
El Salitral	13
La Goma	22
Salamanca	20
Sapioriz	25
La Loma	45
El Peñón	12.8
Las Piedras	12.8
Las Cuevas	12.8

En efecto en la **tabla 2** se muestran de inicio, la edad entre los niños y niñas estudiadas. Los niveles de Metahemoglobina y cuerpos de Heinz respectivamente. En relación a la edad se encontró

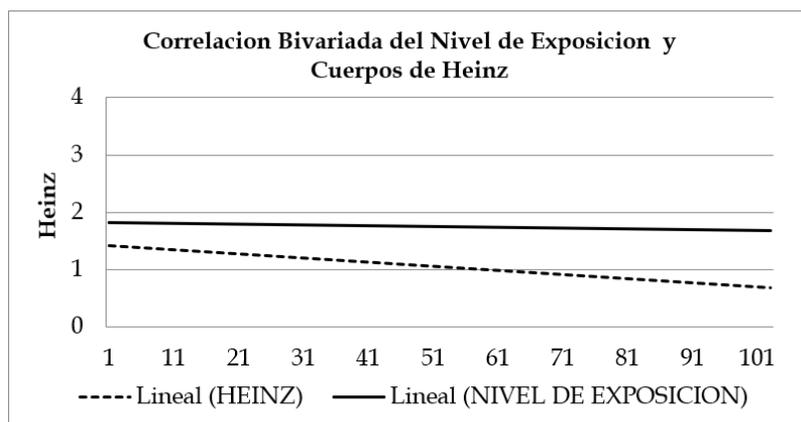


Figura 1. Correlación bivariada del nivel de exposición y cuerpos de Heinz

Tabla 3. Correlación de Pearson entre los cuerpos de Heinz y los niveles de exposición a nitratos

		Cuerpos de Heinz	Nivel de exposición
Heinz	Correlación de Pearson	1	0,778**
	Sig. (bilateral)		0.0001
	Suma de cuadrados y productos cruzados	160.757	84.214
	Covarianza	1.576	0.826
	n	103	103
Nivel de exposición	Correlación de Pearson	0.778**	1
	Sig. (bilateral)	0.0001	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	84.214	72.932
	Covarianza	0.826	0.715
	n	103	103

Tabla 4. Correlación entre los niveles de metahemoglobina y cuerpos de Heinz y en el total de la población

		Metahemoglobina	Cuerpos de Heinz
MetaHb*	Correlación de Pearson	1	-0.856**
	Sig. (bilateral)		0.000
	Suma de cuadrados y productos cruzados	25.456	-54.767
	Covarianza	0.250	-0.537
	n	103	103
Cuerpos de Heinz	Correlación de Pearson	-0.856**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	-54.767	160.757
	Covarianza	-0.537	1.576
	n	103	103

*Metahemoglobina

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

una diferencia altamente significativa ($p < 0.001$) siendo mayor la edad de los niños que de las niñas.

Por otro lado, al asociar las concentraciones de los niveles de exposición con los cuerpos de Heinz se encontró una correlación altamente significativa ($p < 0.01$; $r = 0.778$), ver **fig. 1**, y **tabla 3**.

Otro resultado interesante fue el encontrado de la asociación negativa entre la metahemoglobina y los Cuerpos de Heinz en los niños varones. En efecto la correlación de Pearson mostró una $p < 0.0001$ y una $r = -0.856$, ver **tabla 4**.

DISCUSIÓN.

El nitrato al ser uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los niños azules”. Aunque los niveles de Nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores de 12 años y adultos, si indican un posible desarrollo de cánceres ya reportados en la literatura como el riesgo de diversas patologías (Dellavalle et al. 2013). Una exposición corta a agua potable con niveles de nitratos superiores al estándar permitido (NOM-127-SSA1-1994) es un problema potencial para la salud, especialmente para los lactantes alimentados con biberón. Los valores encontrados en nuestro estudio de $N-NO_3^-$ en agua para consumo humano mostraron una importante tendencia de exposición media y alta lo cual indica un índice de exposición potencial de riesgo para la salud. Es poco probable que la ingesta de Nitratos por consumo de vegetales cause problemas de salud, ya que escasa cantidad de estos compuestos es reducida a nitrito. Los productos cárnicos aportan menos del 10% del nitrato en la dieta, pero contribuyen del 60 al 90% del nitrito consumido. Esto es básicamente porque los alimentos embutidos, tocino o alimentos ahumados se les añade nitrito de sodio. Frutas, granos y productos lácteos no aportan prácticamente nada de Nitratos o Nitritos a la dieta. (Jakszyn et al., 2006). La metahemoglobinemia puede desarrollarse por causas no tóxicas, tales como deficiencias enzimáticas congénitas. En el estudio presente desarrollado no se encontraron otras fuentes de exposición potencial entre los pobladores, sugiriendo esto que la contaminación encontrada en los sujetos es estrictamente por el consumo de agua con las concentraciones de nitratos mencionada. Los nitratos

contenidos en el agua potable, aún a concentraciones de 45mg/L, no son transferidos a la leche materna, sino que son excretados por la orina.

El cuerpo humano ha sabido sacar provecho de los nitratos en la concentración a las que se hallan en los alimentos y en el agua potable. Un consumo normal de nitratos es de hecho inofensivo y los estudios experimentales sobre el potencial cancerígeno del nitrato per se han mostrado ser controvertidos.

El estudio más reciente se concentró sobre 70.000 personas en Bocholt, Alemania. La mayoría había consumido durante 28 años agua con 60 mg/L de $N-NO_3^-$, y los testigos 10 mg/L. Se detectaron 527 casos de cánceres renales o urológicos, pero no se pudo mostrar evidencia de un efecto negativo significativo para los nitratos (Volkmer et al., 2005).

En este estudio se encontraron resultados muy interesantes, que incluso en la revisión bibliográfica no se mencionan. En nuestro trabajo, comprobamos con el análisis estadístico la metahemoglobina está relacionada negativamente con los cuerpos de Heinz tanto en niñas como en niños. Por otro lado, en relación al objetivo planteado, se encontró una asociación entre la concentración de los niveles de nitratos y los cuerpos de Heinz, resultado interesante porque no existen resultados que muestren esta asociación en poblaciones similares.

Otro de los datos que se muestran en la literatura es que se encuentra una tendencia a desarrollar metahemoglobinemia en niños varones y niñas; en este trabajo, no se encontraron diferencias significativas entre los dos sexos, sin embargo, un dato interesante fue el encontrado para los cuerpos de Heinz determinándose una tendencia mayor para el sexo masculino con una diferencia altamente significativa. Es importante mencionar que la presencia de los cuerpos de Heinz puede indicar Talasemia Alfa, Anemia Hemolítica Congénita, Deficiencia de Glucosa-6-P-Deshidrogenasa o forma inestable de la Hemoglobina.

En nuestro estudio no se encontraron asociaciones entre la edad de los niños y la metahemoglobina. Otro hallazgo importante en este trabajo fue el que se encontró entre la asociación de la edad y los cuerpos de Heinz en el sexo femenino no así en los del sexo masculino.

Conclusión

El consumo de agua contaminada por nitratos causa un aumento del porcentaje de metahemoglobina, y la presencia de cuerpos de Heinz.

Referencias.

- Al-Lawati A, Murch N. (2012). Acquired methemoglobinaemia. *SQU Med J*, 12(2): 237-241
- Arango SS. (2011). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. 30(1): 75-82.
- Bradberry, S.M., Aw, T.C., Williams, N.R., Vale, J.A., (2011). Occupational methaemoglobinaemia. *Occup. Environ.Med.*58(9);611-616.
<http://dx.doi.org/10.1136/oem.58.9.611>
- Calleros Rincón E, Alarcón Herrera MT, Morán Martínez J, Cueto Wong JA, Pérez Morales R, Sanin LH. (2012). Caracterización de una zona contaminada por nitratos y su impacto en la salud humana. Capítulo de libro. Género Ambiente y Contaminación por sustancias Químicas. Editado por SEMARNAT.
- Do Nascimento TS, Pereira RO, de Mello HL, Costa J. (2008) Methemoglobinemia: from diagnosis to treatment. *Rev Bras Anestesiol* 58:651-664. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-70942008000600011>
- Dellavalle CT, Xiao Q, Yang G, Shu XO, Aschebrook-Kilfoy B, Zheng W, Lan Li H, Ji BT, Rothman N, Chow WH, Gao YT, Ward MH. (2013). Dietary nitrate and nitrite intake and risk of colorectal cancer in the Shanghai Women's Health Study. *Int J Cancer*. 134(12):2917-26. DOI: 10.1002/ijc.28612.
- Jakszyn, P., Agudo, A., Berenguer, A., Ibáñez, R., Amiano, P., Pera, G., Ardanaz, E., Barricarte, A., Chirlague, M.D. y Dorronsoro, M. (2006). Intake and food sources of nitrites and N-nitrosodimethylamine in Spain. *Public Health Nutrition* 9: 785-791. DOI: 10.1079/PHN2005884 Source: [PubMed](http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)
- Kilfoy A., Ward M. H, Dave B. J, Smith S.M, Weisenburger D.D, Chiu B.C. (2013). Dietary nitrate and nitrite intake and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Leuk Lymphoma*. May; 54(5):945-50.
- Kunos CA, Radivoyevitch T, Ingalls ST, Hoppel CL. (2012). Management of 3-aminopyridine-2-carboxaldehyde thiosemicarbazone-induced methemoglobinemia. *Future Oncol*, 8(2):145-150. <https://doi.org/10.2217/fon.11.147>.
- Lou J. J., Liu Y., Hui E., Gao J., Bushell M., Hagen T. (2010). Inhibition of Hypoxia-Inducible Factor-1a (HIF-1a) Protein Synthesis by DNA. DOI:[10.1371/journal.pone.0010522](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010522)
- Lundberg J.O., Weitzberg E., Gladwin M.T. (2008). The nitrate-nitrite-NO pathway in physiology and therapeutics. *Nat. Rev. Drug Discov*. 7; 156-157. DOI: 10.1038/nrd2466.
- Rodríguez Estival J, Martínez Haro M, Martín Hernando, Mateo R. (2010). Sub-chronic effects of nitrate in drinking water on red-legged partridge (*Alectoris rufa*): Oxidative stress and T-cell mediated immune function. *Environ Res*. 110(5):469-75. DOI:10.1016/j.envres.2010.03.008
- Saleh MC, McConkey S (2012) NADH-dependent cytochrome b5 reductase and NADPH methemoglobin reductase activity in the erythrocytes of *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Physiol Biochem*. doi:10.1007/s10695-012-9677-2. DOI: 10.1007/s10695-012-9677-2
- Semenza GL. (2004). Hydroxylation of HIF-1: oxygen sensing at the molecular level. *Physiology*. 19:176-82. DOI: 10.1152/physiol.00001.2004
- Shihana F., Dawson H.A., and Dissanayake M. D. (2011). Method of Stabilizing Blood for the Determination of Methemoglobin. *J. Clin. Lab. Anal* 25:366-368.
- Telen MJ (2009) The mature erythrocyte. In: Greer JP et al (eds) *Wintrobe's clinical hematology*, 12th edn. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 126-155.
- Umbreit J (2007). Methemoglobin-it's not just blue: a concise review. *Am J Hematol*, 82:134-144 DOI: 10.1002/ajh.20738.

MICROBIOLOGÍA

(Clínica, Veterinaria, Vegetal)



*“ Cuando se teme a alguien es porque a ese alguien le hemos concedido poder sobre nosotros ”
Hermann Hesse (1877-1962); novelista alemán, premio Nobel de Literatura.*

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL FALSO PEYOTE (*Ariocarpus fissuratus*) EN CEPAS PATÓGENAS REPRESENTATIVAS

^{2*}Bejarano-Castro M. G., ¹De la Fuente-Salcido N., ¹Linaje Treviño M., ¹Hernández-Terán F., ¹Valencia-Castro C. M.

¹Bioprospección y Bioprocesos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Campus-Torreón. Blvd. Torreón Matamoros, km 7.5, CP 27104 Torreón, Coahuila, México.

²Posgrado en Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencias Biológicas.

* Email: maria.bejaranocastro@hotmail.com

RESUMEN

Las zonas áridas en México equivalen al 48% del territorio del país, las plantas desérticas son características de estas regiones, pueden sobrevivir a condiciones extremas como largos períodos de sequía y altas temperaturas; llegando a producir metabolitos secundarios como mecanismo de defensa, generando enzimas que llegan a degradar la pared celular de patógenos e insectos. Hoy en día, muchas investigaciones se han centrado en la búsqueda de compuestos naturales a los que se les atribuya actividad antimicrobiana, como una alternativa a la resistencia microbiana para el control de plagas y enfermedades. La especie de falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) posee la capacidad de inhibir el crecimiento de algunas bacterias patógenas. En este estudio se evaluó la actividad antimicrobiana de siete extractos con diferentes solventes de *Ariocarpus fissuratus* y se probó su inhibición contra 16 cepas de bacterias patógenas. Los extractos de cloroformo, acetona, etanol y metanol fueron los que mostraron inhibición contra el mayor número de bacterias patógenas. Los valores de la MIC obtenidos fueron de 37.5 mg/mL en diluciones con concentración inicial de los extractos de 300 mg/mL. Mostrando así el potencial que pueden llegar a tener las especies vegetales desérticas.

Palabras Clave: Extractos naturales, Inhibición bacteriana, MIC

ABSTRACT

The arid zones in Mexico are equivalent to 48% of the territory of the country, the desert plants are characteristics of these regions, they can survive in extreme conditions such as drought periods and high temperatures; coming to produce secondary metabolites as a defense mechanism, generating enzymes that get to degrade the cell wall of

pathogens and insects. Nowadays, many researches have focused on the search of natural compounds to which the antimicrobial activity, as an alternative to the microbial resistance for the control of pests and diseases. The species of *Ariocarpus fissuratus* has the ability to inhibit the growth of some pathogenic bacteria. In this study, the antimicrobial activity of seven extracts with different solvents of *Ariocarpus fissuratus* was evaluated, and its inhibition was tested against 16 pathogenic bacteria. The extracts of chloroform, acetone, ethanol and methanol were inhibitors against the largest number of pathogenic bacteria. The MIC values were from 37.5 mg/mL to 300 mg/mL showing the potential that the desert vegetable species can reach.

Palabras Clave: Extractos naturales, Inhibición bacteriana, MIC

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud afirma que el tratamiento para combatir las enfermedades de neumonía, tuberculosis, gonorrea, y salmonelosis se ha vuelto más difícil en los últimos años debido a la pérdida de eficacia de los antibióticos, debido a que en los últimos años se han producido una gran cantidad de antibióticos sintéticos para erradicar a los microorganismos responsables de muchas enfermedades (OMS, 2018). Sin embargo, los microorganismos llegaron a generar mutaciones contra estos antibióticos volviéndolos resistentes a varios medicamentos o antibióticos (Gupta, et al 2016). Dentro de los métodos para la obtención de nuevos fármacos se encuentra la síntesis química de nuevos compuestos, sin embargo, el uso de compuestos a partir extractos vegetales sigue siendo la principal fuente, por lo cual las investigaciones hoy en día están cambiando su enfoque hacia las plantas con propiedades medicinales como fuente de antimicrobianos (Camacho, 2013).

En México las zonas áridas y semiáridas cubren el 48.29% de su territorio, éstas se presentan en el centro y norte de la república y cuentan con 6,000 especies de plantas, las cuales gracias a las condiciones ambientales a las que sobreviven han llegado a desarrollar adaptaciones, las cuales les permiten afrontar los largos periodos de sequía, activando también sus defensas para enfrentar estas adversidades y producir compuestos que son usados por la planta como estrategia de defensa; sintetizando enzimas que degradan la pared celular del microorganismo o que poseen la capacidad de inactivar tóxicos de origen microbiano (Granados, et al 2016). Existen algunos estudios sobre especies de plantas desérticas, que han demostrado tener eficacia en el control de algunos microorganismos patógenos. En un estudio realizado por Gutiérrez, et al (2016) se evaluó la actividad antimicrobiana de los extractos de *Ariocarpus* (*Ariocarpus fissuratus*) con diferentes solventes contra bacterias Gram positivas y Gram negativas; mostrando una importante inhibición con los extractos de metanol y etanol. Existen diferentes plantas que son usadas por sus propiedades medicinales dentro de las regiones áridas o desértica, sin embargo, existe una falta de conocimiento sobre estas plantas y sobre sus compuestos fitoquímicos, por lo cual es necesario una mayor investigación de los componentes de estas plantas, así como su probable actividad antimicrobiana como una nueva alternativa que permita tener opciones viables para el control de plagas y enfermedades. Es por esto que el objetivo de este trabajo es evaluar la actividad antimicrobiana de falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) con siete diferentes solventes, así como determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Para la recolección de las muestras de falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) se obtuvo un permiso de colecta científica de la Dirección General de Vida Silvestre, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la SEMARNAT, según consta en el Oficio Núm. SGPA/DGVS 02824/15.

Material biológico

Todas las cepas bacterianas fueron proporcionadas por el laboratorio de Bioprospección y Bioprocesos de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila, las cuales fueron previamente identificadas en el IMSS Hospital General de la Zona

16. Todas las cepas fueron manejadas con las medidas de seguridad pertinentes para evitar el contagio por manejo.

Obtención de los extractos

Se pesaron 3 g de muestra vegetal de *Ariocarpus fissuratus* para cada uno de los extractos, estos se llevaron a cabo mediante extracción Soxhlet con 100 ml de solvente durante 4 horas; se usaron siete diferentes solventes, las extracciones se llevaron a cabo por orden de polaridad usando hexano, éter, diclorometano, cloroformo, acetona, etanol y metanol. Los extractos obtenidos fueron llevados a un horno hasta la evaporación del solvente. El concentrado del extracto fue hidratado con 100 ml de agua estilada para posteriormente ser esterilizados y refrigerados a 4°C hasta su uso, teniendo una concentración final de 300 mg/ml.

Preparación de Sensidiscos

Se realizaron sensidiscos con papel filtro Whatman No.1 y fueron separados y esterilizados en autoclave, posteriormente se impregnaron con 100 µl con cada uno de los 7 extractos de *Ariocarpus fissuratus* y posteriormente con cada una de sus diferentes concentraciones para la determinación de la MIC.

Actividad antimicrobiana por Difusión de Disco

Se preparó un inóculo de cada una de las 16 cepas bacterianas, para posteriormente ajustarse según la escala de Mc Farland a 1×10^8 UFC en el espectrofotómetro a una absorbancia de 0.8 a 1.0 a 625 nm. Se tomaron 100 µl de cada cepa ajustada y se inocularon en cajas Petri con agar Mueller Hilton. Se colocaron los sensidiscos previamente preparados con los extractos de *Ariocarpus fissuratus*; las cajas fueron incubadas a 30°C por 24h. como control negativo se utilizó un sensidisco esterilizado sin extracto. Para la determinación de la actividad antimicrobiana se evaluó la presencia o ausencia de inhibición del crecimiento bacteriano y se usó la siguiente fórmula:

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \frac{D^2}{4}$$

De acuerdo al área (A) calculada según el diámetro (D) o radio (r) del halo de inhibición. Los resultados fueron expresados en Unidades Arbitrarias (UA) siendo 1 UA= 1mm² del halo de inhibición del crecimiento de las bacterias.

Diluciones de extractos de *Ariocarpus fissuratus*

Se realizaron 6 diluciones de cada uno de los extractos de *Ariocarpus fissuratus* por el método de macrodilución, para obtener las diluciones a 150, 75, 37.5, 18.75, 9.37 y 4.68 mg/ml en base a la concentración inicial de los extractos de 300 mg/ml.

Determinación de la MIC

Se llevó a cabo el mismo proceso que la actividad antimicrobiana por difusión en disco, tomando los sensibilizados previamente con las diferentes diluciones de los 7 diferentes extractos de *Ariocarpus fissuratus* a 30°C por 24h para su posterior lectura.

Análisis fitoquímico de extractos de *Ariocarpus fissuratus*

Se llevó a cabo la identificación de grupos funcionales para insaturaciones, grupo carbonilo, oxidrilos fenólicos, carbohidratos, cumarinas, esteroides y terpenos según la metodología descrita por Khan, et al (2010) para cada uno de los 7 diferentes extractos de *Ariocarpus fissuratus*.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con siete extractos como tratamientos y dos repeticiones para cada tratamiento. Se llevó a cabo un análisis de varianza para separar el efecto de tratamientos. Cuando se encontró diferencia significativa entre tratamientos se realizó una prueba de comparación múltiple de medias de tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad antimicrobiana por Difusión de Disco

Los extractos de *Ariocarpus fissuratus* inhibieron el crecimiento de los patógenos *E. coli*, *Shigella sonnei*, *Streptococcus pyogenes*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* y *Staphylococcus aureus* (Tabla 1), en un estudio llevado a cabo por Rodríguez, et al (2010) se evaluó la actividad inhibitoria de *Ariocarpus retusus* y *Ariocarpus kotschoubeyanus* contra *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis* obteniendo halos de inhibición de 21.6 y 17.5mm para *B. subtilis*, mientras que para *B. cereus* de 13 y 17.6 mm respectivamente para cada extracto, aunque los extractos de estas especies si tuvieron actividad contra *B. cereus* a diferencia de los extractos de *A. fissuratus*, hay que

considerar que son de otras especies de *Ariocarpus*, sin embargo, los resultados del diámetro de inhibición obtenidos para las diferentes cepas son muy similares a los resultados que se obtuvieron con diferentes extractos de *Ariocarpus fissuratus* en este estudio. En este caso el extracto con éter fue el que menor inhibición tuvo en los patógenos, esto concuerda con el análisis fitoquímico que es negativo para todos los metabolitos (Tabla 2). Por otro lado, en un estudio llevado a cabo por Gutiérrez, et al (2016) se analizó el extracto metanólico de corona de *Ariocarpus fissuratus* donde el perfil fitoquímico dió negativo para cumarinas y alcaloides, mientras que el extracto metonólico de raíz de *Ariocarpus fissuratus* lo que concuerda con nuestros resultados, esto debido a que en nuestro estudio se utilizó toda la planta. Dentro de los resultados obtenidos podemos observar que los extractos que tuvieron actividad antimicrobiana dieron positivo para los metabolitos de esteroides y terpenos, que son conocidos por su actividad antimicrobiana, antiinflamatoria. Por otra parte, los dos extractos que mayor actividad antimicrobiana presentaron fueron los extractos de cloroformo y acetona, los cuales dieron positivos para carbohidratos, cumarinas, alcaloides, esteroides y terpenos. Según Domingo y López-Breta, et al (2003) estos últimos 4 grupos son conocidos por su actividad inhibitoria en bacterias, hongos y en el caso de las cumarinas incluso en virus. Por lo que se considera a estos metabolitos como los más importantes para tener una actividad antimicrobiana, siendo esto un indicativo de que no es necesario tener todos los metabolitos secundarios para tener una alta actividad antimicrobiana, como fue el caso del extracto de etanol, el cual, a pesar de ser positivo para todos los metabolitos secundarios, no fue el que mayor inhibición presento en las diferentes cepas. En los extractos de *Ariocarpus fissuratus* también se encontró diferencia significativa entre los diferentes extractos ($p < 0.05$).

Determinación de la MIC

Las MIC's de los extractos se llevaron a cabo en los patógenos que mostraron inhibición, teniendo resultados de 18.75 mg/ml para muchos extractos de *Ariocarpus fissuratus* (Tabla 3) con lo cual se demuestra que, aunque no presentó inhibición en un gran número de bacterias, aquellas que si presentaron inhibición fue bastante buena, puesto que la concentración fue baja, en comparación de otros estudios con diferentes plantas donde la concentración del extracto es mayor a la que se usó en este estudio.

Tabla 1. Análisis fitoquímico de los extractos de *Ariocarpus fissuratus*

Ensayo	Componentes fitoquímicos en extractos de <i>Ariocarpus fissuratus</i>						
	Hex	Ét	Cl	DC	Ac	EtOH	MetOH
Insaturaciones	-	-	-	-	+	+	+
Oxidrilos fenólicos	-	-	-	-	-	+	+
Carbohidratos	+	-	+	-	+	+	+
Cumarinas	-	-	+	-	+	+	+
Alcaloides	-	-	+	+	+	+	-
Esteroles y terpenos	+	-	+	+	+	+	+

*Hex (hexano), Ét (éter), Cl (cloroformo), DC (diclorometano), Ac (acetona), EtOH (etanol), MetOH (metanol).

Tabla 2. Actividad antimicrobiana de los extractos de *Ariocarpus fissuratus*.

Cepas	Extractos de <i>Ariocarpus fissuratus</i>						
	Hex	Ét	Cl	DC	Ac	EtOH	MetOH
<i>B. cereus</i> 183	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Escherichia coli</i>	79.32± 22.21	NA	269± 20.54	284.31± 42.20	363.24± 23.88	63.61± 0.00	512.47± 84.97
<i>Shigella sonnei</i>	314.94± 44.42	NA	214.02± 18.32	113.88± 26.65	363.24± 23.88	346.36± 44.42	240.72± 19.43
<i>Streptococcus pyogenes</i>	86.78± 11.66	56.94± 9.44	133.51± 28.87	71.07± 10.55	298.84± 21.65	201.84± 35.54	254.47± 0.00
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	NA	NA	418.61± 102.18	104.06± 12.77	1269.0± 20.54	86.78± 11.66	240.72± 19.43
<i>Myroides odoratus</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Streptococcus equi</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Staphylococcus capitis</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Escherichia faecium</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Salmonella typhimurium</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Shigella flexneri</i>	122.91± 113.88	NA	314.94± 44.42	257.61± 79.97	296.09± 168.83	331.83± 68.30	201.84± 35.53
<i>Micrococcus luteus</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Micrococcus spp.</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	347.14± 46.65	NA	314.94± 44.42	218.73± 91.63	240.72± 19.43	296.09± 168.83	201.06± 0.00
<i>Serratia marcescens</i>	240.72± 19.43	NA	254.47± 0.00	245.43± 97.18	230.12± 75.52	256.43± 97.18	255.25± 29.96
<i>Staphylococcus aureus</i>	113.88± 26.65	44.37± 8.33	257.61± 79.97	300.41± 64.97	317.30± 88.88	330.26± 22.65	283.33± 0.00

Hex (hexano), Ét (éter), Cl (cloroformo), DC (diclorometano), Ac (acetona), EtOH (etanol), MetOH (metanol). *Actividad reportada en Unidades Arbitrarias (UA); (NA) Actividad inhibitoria no reportada

Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria de los extractos de *Ariocarpus fissuratus*.

Cepas	Concentración Mínima Inhibitoria mg/ml						
	Hex	Et	Cl	DC	Ac	EtOH	MetOH
<i>Escherichia coli</i>	300	0	18.75	18.75	37.5	300	18.75
<i>Shigella sonnei</i>	18.75	-	18.75	37.5	37.5	18.75	37.5
<i>Streptococcus pyogenes</i>	150	300	37.5	75	37.5	150	37.5
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	-	-	18.75	150	37.5	18.75	37.5
<i>Shigella flexneri</i>	18.75	-	75	37.5	37.5	150	37.5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	37.5	-	18.75	37.5	37.5	18.75	37.5
<i>Serratia marcescens</i>	75	-	18.75	37.5	37.5	75	18.75
<i>Staphylococcus aureus</i>	37.5	300	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75

*Hex (hexano), Ét (éter), Cl (cloroformo), DC (diclorometano), Ac (acetona), EtOH (etanol), MetOH (metanol). *1= 300mg/ml

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se encontraron importantes resultados de Concentración mínima inhibitoria de los extractos de *Ariocarpus fissuratus* que muestra el potencial de plantas desérticas en la inhibición del crecimiento bacteriano. Con base a los resultados obtenidos se puede decir que los solventes de metanol, etanol y acetona son capaces de arrastrar la mayoría de los metabolitos secundarios necesarios para tener actividad inhibitoria mientras que los extractos con cloroformo solo dieron positivo a los metabolitos de carbohidratos, cumarinas, alcaloides, esteroides y terpenos estos extractos son los que obtuvieron mejores resultados en *Ariocarpus fissuratus*; es importante realizar más estudios en esta línea de investigación, para conocer exactamente cuales metabolitos se encuentran presentes en estos extractos que les confieren la actividad antimicrobiana y así poder aplicar en un futuro los metabolitos específicos de este tipo de plantas a la problemática de resistencia bacteriana que existe hoy en día. Hex (hexano), Ét (éter), Cl (cloroformo), DC (diclorometano), Ac (acetona), EtOH (etanol), MetOH (metanol). *Actividad reportada en Unidades Arbitrarias (UA); (NA) Actividad inhibitoria no reportada

LITERATURA CITADA

Camacho, G. Programas de uso prudente de antibióticos en los hospitales: una estrategia efectiva para disminuir la resistencia a los antimicrobianos. *Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría* 2013; 26(104): 282.

Domingo, D., & Lopez-Brea, M. Plantas con acción antimicrobiana. *Revista Española de Quimioterapia* 2003; 16(4): 385-393.

Granados-Sánchez D, López-Ríos G, & Gama-Flores J. Adaptaciones y estrategias de las plantas de zonas áridas. *Ciencias Forestales y del Ambiente* 1998; 4(1):169-178.

Gupta, D., Dubey, J., & Kumar, M. Phytochemical analysis and antimicrobial activity of some medicinal plants against selected common human pathogenic microorganisms. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 2016; 6(1):15-20.

Gutiérrez-Reyes E, De La Fuente-Salcido N, Linaje-Treviño M, Hernández-Terán F, Valencia-Castro C. Actividad antibacteriana y perfil fitoquímico de *Ariocarpus fissuratus*. *Universidad de Guanajuato & Universidad Autónoma de Nuevo León* 2016; 1-6.

Khan R, Zakir M, Afaq H, Latif A, & Khan A. Activity of solvent extracts of *Prosopis spicigera*, *Zingiber officinale* and *Trachyspermum ammi* against multidrug resistant bacterial and fungal strains. *The Journal of Infection in Developing Countries* 2010; 4(05):292-300.

Organización Mundial de la Salud, (5 de Febrero 2018) Resistencia a los antibióticos.

Rodríguez M, Verde J, Oranday A, Rivas C, Núñez A, González G, Treviño J. Actividad antibacteriana y antifúngica de las especies *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire) y *Ariocarpus retusus* (Scheidweiler) (Cactaceae). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 2010; 41(1):54-5.

EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Moringa oleifera* Y DETERMINACIÓN DE LA CMI POR EL MÉTODO DE ALAMAR AZUL EN MICROORGANISMOS CAUSANTES DE GASTROENTERITIS.

¹Flores Vielma Gonzalo Alonso, ⁴Ruiz Flores Pablo, ⁵Orozco Mora Virginia, ¹Calleros Rincón Esperanza Yazmín, ¹Hernández González Sandra Isabel, ¹Martínez Romero Aurora, ^{1,2,3*}Alba Romero José de Jesús

¹División de Estudios de Postgrado e Investigación. Facultad de Ciencias Químicas. Unidad Gómez Palacio. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Artículo 123 s/n, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. CP 35010. Tel (871) 7 15 88 10 y 7 15 29 64.

²Laboratorio de Asesores Especializados de la Laguna, Gómez Palacio, Durango.

³Sanatorio San José de Gómez Palacio Durango SA de CV.

⁴Centro de Investigación Biomédica de la Facultad de Medicina UA de C.

⁵Hospital General de Gómez Palacio, SSD

* Email: jalbar_1@hotmail.com

Resumen

El uso de plantas con fines terapéuticos es bien conocido en todo el mundo. La familia *Moringaceae* compuesta por 13 especies, de las cuales *Moringa oleifera* Lam. (*Moringa*), es la especie más utilizada por las comunidades indígenas. Estudios *in vitro* han demostrado la actividad antimicrobiana de *Moringa oleifera* de diferentes partes de la planta sobre los microorganismos patógenos. Las enfermedades gastrointestinales son una de las primeras causas de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo las infecciones gastrointestinales son una de las causas más importantes de morbilidad entre lactantes y niños. Los esfuerzos de los investigadores por buscar alternativas para combatir este problema que se presenta más en países en desarrollo proponen el uso de extractos de *M. oleifera*. En nuestro estudio determinamos la CMI por el micrométodo de Alamar Azul en cepas de *Vibrio cholerae* O1, *Salmonella entérica*, *Shigella spp* y *Escherichia coli* probando extractos de tallos y hojas de la misma planta, la cual fue 3.125 mg/dL como la menor CMI en hojas y 12.5 como la mayor CMI, falta anexar la CMI de los tallos sin embargo se determinó que si tiene efecto bactericida con mayor efecto en hojas que el tallo.

Palabras Clave: *Moringa oleifera*, Alamar azul, gastroenteritis.

Abstract

The use of plants for therapeutic purposes is well known throughout the world. The *Moringaceae* family composed of 13 species, of which *Moringa oleifera* Lam. (*Moringa*) is the most classified species by indigenous communities. *In vitro* studies have demonstrated the antimicrobial activity of *Moringa*. Gastrointestinal diseases are the best causes of medical consultation and the leading causes of death in Mexico and the world. Gastrointestinal infections are one of the most important causes of morbidity and mortality in infants and children. The efforts of those who are used to find alternatives to solve this problem that occurs more in developing countries, propose the use of extracts of *M. oleifera*. In our study we determined the MIC for the blue Alamar micromethod in strains of *Vibrio cholerae* O1, enteric *Salmonella*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, testing stems and leaves of the same plant, which was 3.125 mg / dL as the lowest MIC in leaves and 12.5 as the largest CMI, however, has been determined to have a bacterial effect with greater effect on leaves than the stem.

Key words: *Moringa oleifera*, Blue Alamar, stomach flu.

Introducción

El uso de plantas con fines terapéuticos es bien conocido en todo el mundo y en la actualidad siguen siendo utilizadas con estos mismos propósitos por muchas comunidades. Dentro de las familias de plantas con mayor fama a nivel internacional descritas en el *Sushruta Samhita* destaca la familia *Moringaceae* compuesta por 13 especies, de las cuales *Moringa oleifera* Lam. (Moringa), es la especie más utilizada por las comunidades indígenas. Se trata de un árbol perenne de crecimiento rápido nativo del sur del Himalaya. Hoy en día es cultivado en varios países con climas tropicales y subtropicales. El uso de *M. oleifera* para el control de diversas infecciones provocadas por microorganismos es bien conocido, y en años recientes se han generado resultados científicos que confirman su actividad antimicrobiana. Las enfermedades gastrointestinales son una de las primeras causas de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo. Además, son una de las causas más importantes de morbimortalidad entre lactantes y niños. El espectro de enfermedades infecciosas está cambiando en conjunto, y se observan variaciones dramáticas en nuestra sociedad y medio ambiente, sin embargo, en los últimos 20 años se han logrado varios avances en el conocimiento de las infecciones gastrointestinales. Los principales microorganismos que causan disentería (*E. coli* diarreagénica, *Shigella*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium difficile*, *Rotavirus*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*), pueden provocar cambios inflamatorios y destructivos en la mucosa del colon, por invasión directa o mediante la producción de citotoxinas. Sin embargo, algunos de los problemas más comunes en esta enfermedad son la farmacorresistencia, la adquisición de los mismos y el alto costo. Por lo que se han buscado otras alternativas, tales como llevar a cabo estudios in vitro, los cuales han demostrado la actividad antimicrobiana de *Moringa oleifera* de diferentes partes de la planta sobre microorganismos patógenos⁵. Otros autores también han concluido que la planta *Moringa oleifera* ofrece entre sus beneficios, el uso de sus extractos acuosos tanto de hojas como semillas, como alternativa natural para tratar enfermedades producidas por bacterias patógenas como son *Bacillus cereus*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella shinga* y *Pseudomonas aeruginosa*. Su acción bactericida consiste en la disrupción de la membrana celular por inhibición de enzimas esenciales (Suárez, Entenza y Doerries, 2003). El principal ingrediente

responsable de dicha actividad es el 4-(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranosiloxi)-isotiocionato de bencilo, el cual tiene acción bactericida sobre varias especies patógenas, incluyendo aislados de *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Legionella* resistentes a antibióticos. Hay evidencia del efecto bactericida de *Moringa oleifera* basado en la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano, sin embargo, no hay estudios que evidencien de manera cuantitativa y de manera más objetiva la CMI. Por lo que el micrométodo de diluciones del documento M27-A2 del CLSI al que se le ha adicionado un indicador de crecimiento de óxido-reducción (Alamar Azul). Tiene la ventaja de que la lectura que proporciona es más objetiva, ya que los pocillos con crecimiento son de color rosa, mientras que, cuando no hay crecimiento en su interior, los pocillos se mantienen azules.

Objetivo General

Evaluar el efecto bactericida del extracto etanólico de *Moringa oleifera* por el método de Alamar Azul en microorganismos causantes de gastroenteritis.

Material y Métodos

Se obtuvieron muestras de hojas, tallos, flores y semillas de *Moringa oleifera* de una misma planta para conservar las mismas características de los productos. Las hojas y tallos se dejaron secar a temperatura ambiente por tres semanas evitando la exposición a la luz solar. Se procedió a pulverizar el tamaño del material vegetal seco en un molino para disminuir el tamaño de la misma y posteriormente tamizar a un tamaño de partícula del #30. Se pesó el material vegetal y se suspendió a un volumen de etanol al 96% cubriendo el material en su totalidad. En el caso del tallo se suspendió en 600 mL de etanol, la hoja en 250 mL. Se colocaron en un frasco ámbar, o bien, cubierto con aluminio para evitar la oxidación de compuestos fotosensibles. El lavado del solvente (etanol) se llevó a cabo por filtración al vacío, este paso se realiza 3 veces cada tres días y se vuelve a resuspender según el volumen requerido del solvente. Una vez recuperado el solvente de los tres lavados, se procede a medir la cantidad de extracto obtenido y se procesa en el rotavapor con la finalidad de concentrar los componentes extraídos de la materia vegetal y eliminar el etanol (Figura 1).

Se obtuvieron cepas donadas del IPN del departamento de bacteriología médica de la ENCB, las cuales se llevaron a fase logarítmica. Se hicieron inóculos de las cepas ATCC (*Vibrio*



Figura 1. Esquema general del protocolo para determinar la CMI de extracto de *M. oleifera* por el micrométodo de Alamar Azul.

cholerae O1, *Salmonella* entérica, *Shigella flexneri* y *Escherichia coli*), los cuales se ajustaron a una concentración al 0.5 de Nefelómetro de McFarlan en caldo LB.

En una placa costar de baja evaporación se inocularon el pozo 1 con 200 μ L de extracto de *Moringa oleifera* a una concentración de 50 mg/mL, del pozo 2 al 6 con 100 μ L de caldo LB para ambas muestras. Se extrajeron 100 μ L del pozo 1 al pozo 2 y así sucesivamente hasta el pozo 6 y se eliminaron los 100 μ L excedentes del pozo 6. Se agregaron 100 μ L de cada inóculo del pozo 1 al 6. Se incubaron durante toda la noche a 36°C. Posteriormente se agregaron a cada pozo 20 μ L de reactivo de Alamar Azul (reactivo oxido-reducción) para evidenciar los cultivos con bacterias vivas (color rojo) y con bacterias muertas color (azul).

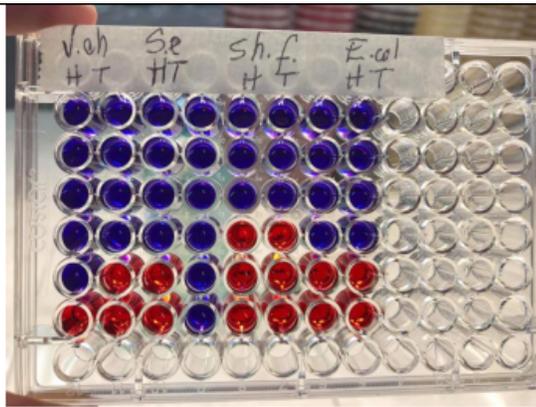
Resultados

Solo se obtuvo el extracto alcohólico de *Moringa oleifera* de hojas y tallos porque fueron de los que se obtuvo suficiente muestra para hacer la extracción, no así con las hojas y semillas ya que el objetivo era evaluar los extractos de la misma planta. Sin embargo, los extractos de las hojas y de los tallos se realizaron por duplicado encontrando las siguientes CMI por el Micrométodo de Alamar Azul: para

Vibrio cholerae O1 la CMI para hojas fue de 3.125 mg/mL y en tallo fue de 6.25 mg/dl, para *Salmonella entérica* la CMI para hojas fue de 6.25 mg/mL y en tallo fue de 1.5625 mg/dl, para *Shigella flexneri* la CMI para hojas fue de 12.5 mg/mL y en tallo fue de 12.5 mg/dl y finalmente para *Escherichia coli* la CMI para hojas fue de 12.5 mg/mL y en tallo fue de 12.5 mg/dL Figura 2.

Discusión

Las enfermedades diarreicas son un problema de salud que afecta a los países donde las condiciones socio económicas son desfavorables, afecta principalmente a niños, lactantes y personas de la tercera edad. Tal como lo describe Hernández y cols. (2011). En México es uno de los desafíos a vencer dada la distribución geográfica y las temperaturas extremas que favorecen este proceso infeccioso. Al aplicar nuestros protocolos para alcanzar nuestros objetivos planteados, obtuvimos nuestros resultados, los cuales demuestran que los extractos de *M. oleifera* de hojas y tallos tienen efecto bactericida, lo cual coincide con los resultados de Azuero y cols. (2016). Para la determinación de la CMI utilizamos el micrométodo de Alamar azul, el cual es un método óxido-reducción para revisar la viabilidad de las células bacterianas, para lo cual fue eficiente y cumplió su objetivo, este método es



		Concentración Mínima Inhibitoria de Extractos de Moringa oleifera por Alamar Azul							
		<i>Vibrio Cholerae</i>		<i>Salmonella entérica</i>		<i>Shigella flexneri</i>		<i>Escherichia coli</i>	
Pozo	Concentración mg/ml	Hojas	Tallo	Hojas	Tallo	Hojas	Tallo	Hojas	Tallo
Pozo 1	50								
Pozo 2	25								
Pozo 3	12.5								
Pozo 4	6.25								
Pozo 5	3.125								
Pozo 6	1.5625								

Concentración Mínima Inhibitoria de Extractos de Moringa oleifera por AlamarAzul							
<i>Vibrio cholerae</i>		<i>Salmonella entérica</i>		<i>Shigella flexneri</i>		<i>Escherichia coli</i>	
Hojas	Tallo	Hojas	Tallo	Hojas	Tallo	Hojas	Tallo
3.125	6.25	6.25	1.5625	12.5	12.5	6.25	6.25

Figura 2. CMI de los extractos de *M. oleifera* por el micrométodo de Alamar Azul en 4 cepas ATCC causantes de gastroenteritis

muy utilizado en países en desarrollo, en México Luna herrera ha utilizado este método con mucho éxito.

Conclusiones

Los extractos alcohólicos de *Moringa oleifera* tienen efecto bactericida sobre *Vibrio cholerae* O1, *Salmonella entérica*, *Shigella flexneri* y *Escherichia coli*. Se observó que las hojas tuvieron una CMI 3.125 mg/mL por el micrométodo de Alamar azul para *Vibrio cholerae* O1 menor que las obtenidas en el resto de las bacterias en estudio. Los extractos de tallo sobre *Salmonella entérica* tuvo una CMI de 1.56 mg/mL. También se observó que las hojas tienen mayor efecto bactericida que los tallos. El micrométodo de Alamar Azul es un método más objetivo y determina la CMI de manera cuantitativa.

Referencias

1.- Padilla F., et al., 2016. Extractos de hojas de *Moringa oleifera* en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus, review. Rev Cubana de Medicina Natural y Tradicional.; 1(2)

2.- Mumtaz B., et al., 2017. The story of an amazing tree of life: “ *Moringa oleifera* ”-a review.

Epitome: International Journal of Multidisciplinary Research; 3(1).

3.-Taher MA, Nyeem MAB, Ahammed MM, Hossain MM, Islam MN. *Moringa oleifera* (Shajna): the wonderful indigenous medicinal plant. Asian J. Med. Biol. Res. 2017; 3(1):20-30.

4.- Hernández C., et al., 2011. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. Enfermedades Infecciosas y Microbiología, vol. 31, núm. 4.

5.- Martin C., et al., 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, Vol. 36, No. 2, abril-junio, 137-149.

6.- Pérez M., et al., 2015. Lilibeth Cabrera, Gisela Colina. In Vitro Antibacterial Activity of *Moringa Oleifera* Aqueous Extracts on Hospital Pathogenic Species. ISSN 2244-7334 / Depósito legal pp 2011, 02ZU3769 Vol. 5 N° 1 y 2 enero - diciembre: 141 - 145

- 7.- Suárez, M., et al., 2003. Expression of a plant-derived peptide harboring water-cleaning and antimicrobial activities. *Biotechnol. Bioeng.* 81:13.
- 8.- Martín E. et al., 2007. Otros métodos para el estudio de la sensibilidad a los antifúngicos. *Revista Iberoamericana de Micología* - ISBN: 978-84-611-8776-8
- 9.- Azuero A., et al., 2016. Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI* Vol. 9, N° 20, septiembre 2016, pp. 11 - 18 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Electrónico

**Cuerpo académico UJE- CA- 134 Química y Tecnología de Productos Alimenticios
LGAC: Tecnología de Alimentos y sus biocomponentes**

Nombre proyecto	Investigador responsable	
Contenido de licopeno en tomate orgánico y con fertilización química.	Guadalupe Candelas Cadillo	
Propiedades funcionales y de textura de sábila (<i>Aloe vera barbadensis</i> Miller) fresca y procesada.		
Extracción de biocomponentes de diferentes matrices alimentarias aplicando ultrasonido de potencia	José Rafael Minjares Fuentes	
Aplicación de ultrasonidos de potencia al gel de Aloe vera		
Efecto de la temperatura y la velocidad de alimentación del secado por aspersión en las propiedades funcionales, la concentración de aloemodina y aloína, la actividad antioxidante y el perfil de carbohidratos del jugo de gel de <i>Aloe barbadensis</i> Miller	Juan José Martínez García	
Construcción de un extractor sólido - líquido didáctico	Víctor Manuel Rodríguez González	
Textura, nivel de agrado y vida de anaquel de un mazapán de nuez (<i>Carya illinoensis</i>) adicionado con diferentes concentraciones de inulina y leche en polvo	Juan Pablo Alemán Morán	



"Ninguna persona merece tus lágrimas y quien se las merezca no te hará llorar"
Gabriel García Márquez (1927-2014); escritor colombiano, premio Nobel de Literatura.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, BETALAÍNAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN PITAYA (*Stenocereus griseus* H.) Y TUNA ROJA (*Opuntia ficus-indica*)

¹Montelongo Campista Carmen Edith, ¹Reza-Vargas María del Carmen, ¹Sierra Campos Erick, ¹Aguilera-Ortiz Miguel

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

*E-mail: maguilerao@ujed.mx

Introducción

La familia Cactaceae, originaria del Continente Americano, agrupa a cerca de 2000 especies, las cuales han logrado adaptarse a los climas desérticos. La pitaya (*Stenocereus griseus* H.), es una cactácea nativa de México, Centro y Sudamérica, es una especie distribuida naturalmente en climas tropicales secos. La pitaya tiene gran potencial industrial debido a su alto contenido de betalaínas. Por otro lado, la tuna contiene altos niveles de ácido ascórbico, fibra y algunos aminoácidos, así como también calcio y magnesio. Debido a su alto contenido de fibra y polifenoles, es considerada como un alimento funcional ya que su consumo reduce los niveles de glucosa en la sangre y los niveles de colesterol.

Objetivo: Comparar la caracterización de dos variedades de cactáceas: pitaya y tuna roja-violeta regional de la comarca lagunera.

Material y método: Las muestras estudiadas fueron obtenidas del poblado de Nazareno, Dgo.

Resultados: La composición fisicoquímica en las variedades de pitaya y tuna roja presenta características diferentes. Las mediciones de pH y en la pulpa de pitaya presentaron un valor promedio de 4.3 y para la tuna el valor promedio fue de 5.7. Los °brix en pulpa de pitaya fue de 9.9 y 13.2 en pulpa. El contenido de betalaínas son más abundantes en la pulpa de pitaya que en la pulpa de tuna roja. Conclusiones: La pitaya presenta más betalaínas, capacidad antioxidante y menos azúcares lo que indica que el sabor de la pitaya es agridulce en comparación con la tuna roja.

Palabras clave: pitaya, tuna, pH, °brix, betalainas y actividad antioxidante.

PROPIEDADES FITOQUÍMICAS DE TROZOS DE MELÓN CONFITADOS

¹Gutiérrez Alonso Perla Marisela, ¹Reza-Vargas María del Carmen, ¹Meza Velázquez Jorge Armando,
^{1*}Aguilera-Ortíz Miguel

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

* Email: maguilerao@ujed.mx

Introducción

La caracterización fitoquímica de nuevos productos especialmente cuando se desconoce su presencia, es fundamental en un nuevo producto especialmente debido a que el público consumidor da por hecho que aportan la presencia de componentes llamados fitoquímicos y que actualmente se prefieren debido al beneficio que aportan a la salud presumiblemente.

Objetivo: Determinar la concentración de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante presentes en trozos de melón confitado.

Material y método: Se utilizaron 12 kg de trozos de melón obtenidos de los diferentes procesos de confitado de productos de investigación y 3 kg de melón fresco que fueron adquiridos en Matamoros, Coahuila. Seleccionando solo aquellos melones que presentaron 10 - 12°Brix.

Resultados: Los trozos de melón confitado presentan una concentración de fenoles totales de 2.5110 $\mu\text{mol/g}$ a 0.0035 $\mu\text{mol/g}$, la concentración de flavonoides totales de 2.2253 a 1.0961 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a ácido gálico y una capacidad antioxidante de 47.452 a 17.97 $\mu\text{mol/g}$ equivalentes a trólox.

Conclusión: Por lo que los trozos de melón confitado contienen fitoquímicos como polifenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante.

Palabras clave: Fitoquímico, fenoles, flavonoides, capacidad antioxidante.

ELABORACIÓN DE PASTA ORAL ANTIPARASITARIA PARA EQUINOS QUE CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD DE NOM-073-SSA1-2005

^{1,2}Rico del Río Adriana Erendira, ¹Hernández González Sandra-Isabel, ¹Martínez Romero Aurora, ¹Alba Romero José de Jesús, ²Piñera Cuellar Alfredo, ²Lozano Morán Martín.

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

²Comercializadora Pecuaria de México C.V. de S.V.

E-mail: adrianaricodelrio.96@outlook.com

Introducción: Las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción, productividad y presentación de alteraciones reproductivas, traduciéndose esto en altos costos para el control. Las causas que condicionan la estabilidad de los medicamentos son la labilidad de las sustancias activas y de los excipientes o coadyuvantes, propiedades químicas y fisicoquímicas. Por otra parte, están los factores externos, como temperatura, humedad, aire y luz, que inducen o aceleran reacciones que devalúan la calidad o la actividad del medicamento.

Objetivo: Desarrollar una formulación de un antiparasitario en forma farmacéutica de pasta oral para equinos que cumpla con los requerimientos de estabilidad de NOM-073-SSA1-2005.

Material y Métodos: Se realizaron diseños y formulaciones de una pasta oral antiparasitaria para equinos que los cumpla con los requerimientos de estabilidad y los criterios de tres lotes piloto considerados en la NOM-073-SSA1-2005, mediante la estabilidad acelerada que marca dicha norma.

Resultados: Se realizó el diseño y formulación de una pasta oral, la cual cumplió con las características organolépticas requeridas en esta forma farmacéutica, posteriormente se realizaron 2 lotes pilotos con la formulación, los cuales se sometieron a estudios de estabilidad acelerada, los cuales cumplen con las especificaciones marcadas por la norma. Los resultados que se han obtenido de los 2 lotes piloto cumplen con las especificaciones marcadas por el laboratorio de control de calidad de Mediker, tomando como referencia los criterios de aceptación mencionados en los métodos generales de análisis de la Farmacopea de Estados Unidos Mexicanos (FEUM) 2014 y NOM-073-SSA1-2005.

Conclusión: La evaluación de campo realizado por Agrovvet market de IverQuest (pasta oral antiparasitaria) con sabor a manzana facilitó la administración del medicamento, de igual forma no se observaron reacciones adversas respecto a la salud de los caballos, así lo menciona este laboratorio además que posee una mayor concentración de principios activos y la dosis es mayor que la pasta de Mediker. La formulación de Mediker no se tiene pruebas sobre reacción adversa, se realizará en la próxima etapa de evaluación del medicamento. En los dos lotes piloto que se han diseñado se ha desarrollado la formulación de un antiparasitario en forma farmacéutica de pasta oral para equinos que cumpla con los requerimientos de estabilidad de NOM-073-SSA1-2005.

Palabras clave: pasta antiparasitaria, NOM 073, estabilidad.

REMOCIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN AGUA CONTAMINADA MEDIANTE POLIÁCIDO γ - GLUTÁMICO

¹Colunga Valero L. D., ²Meza Velázquez J., ¹Meza Velásquez F., ¹Flores Loyola E.

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Torreón. Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5, Ciudad Universitaria. Ejido El Águila, C.P. 27276, Torreón, Coahuila.

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez palacio. Av. Artículo 123 col. Filadelfia. C.P 35010

*Email: erika-flores@uadec.edu.mx

Introducción: Los metales pesados son sustancias tóxicas consideradas como contaminantes ambientales por su persistencia en el medio ambiente que afectan el bienestar y el equilibrio de la flora, fauna y los seres humanos que habitan la zona afectada. Estos metales provienen de sectores como la minería, industria cementera, colorantes, curtiduría, galvanoplastia, producción de acero, material fotográfico, pinturas corrosivas, producción de energía, industria textil, entre otras. En varios municipios de los estados de Coahuila y Durango se han reportado altos índices de contaminación por metales pesados en el agua potable. En el campo de la remoción de contaminantes, el biopolímero poliácido γ -glutámico (PGA) ha sido utilizado como adsorbente para la remoción de contaminantes. Éste es un polímero aniónico natural, biodegradable, soluble en agua, producido por fermentación bacteriana por bacterias del género *Bacillus sp.* Estudios con PGA para la remoción de metales pesados incluyen Ni⁺², Cu⁺², Mn⁺², Al⁺³ y Cr⁺³, sin embargo, no se han reportado trabajos para su uso con contaminantes específicos como arsénico y plomo o la mezcla de ellos (McLean et al., 1990; Höll y Litter, 2010; Bajaj y Singhal, 2010).

Objetivo: Establecer la capacidad del poliácido γ -glutámico (PGA) en la remoción de contaminantes (arsénico y plomo) en presencia de iones calcio y magnesio que abundan en el agua contaminada de la región de la Comarca Lagunera.

Material y Método: Se realizó la evaluación de la capacidad de remoción y saturación del PGA. Muestras de agua contaminadas con plomo y arsénico fueron puestas en contacto con PGA. Se utilizaron soluciones de 15 ppm de plomo y 0.5 g de PGA, los cuales se mantuvieron en contacto por 24 horas con agitación, agregando 15 ppm de plomo, cada 24 h durante 5 días. Cada muestra fue centrifugada (1 hr, 4°C, 10000 rpm), el sobrenadante y pellet recuperado fueron analizados por espectroscopía de absorción atómica para determinar la concentración de plomo y arsénico y espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR), respectivamente. Este mismo procedimiento se empleó para muestras contaminadas con arsénico.

Resultados: Los análisis de espectroscopía de absorción atómica indican que se obtuvo una remoción eficiente del arsénico y plomo en las muestras. Con las concentraciones de metales utilizadas no se logró una saturación del PGA. Los análisis de espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR), indican que el arsénico y el plomo forman un complejo con el PGA a través del grupo carbonilo, que genera una señal en 1720-1750 cm⁻¹.

Conclusiones: El PGA tiene la capacidad de remover arsénico y plomo presentes en agua contaminada. El arsénico y plomo interaccionan con el PGA en su grupo carbonilo, confirmado mediante el análisis de espectroscopía FTIR. El PGA se puede emplear como filtro ya que, de acuerdo con las isotermas de adsorción, el incremento en la concentración de contaminantes no satura por completo los grupos de interacción con el arsénico y el plomo.

Palabras clave: Arsénico, plomo, remoción, PGA

EFFECTO CICATRIZANTE DE BIOPELÍCULAS DE PECTINA CON BROMELINA Y RESVERATROL SOBRE HERIDAS EN RATAS DIABÉTICAS

¹Ceniceros-Mendez Iromi Marlen, ^{2*}Tellez-López Miguel Ángel, ¹Castillo-Maldonado Irais, ²Concepción García Lujan, ²Vega-Menchaca María Del Carmen, ^{1,2}Serrano-Gallardo Luis Benjamín

¹Departamento de Bioquímica del Centro de Investigación Biomédica de la Facultad de Medicina de la UAdeC.

²Departamento de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, Campus Gómez Palacio

E-mail: iromi.cenceros.mendez@gmail.com

Introducción: La cicatrización es un proceso natural que poseen los organismos para regenerar los tejidos que han sufrido una herida. A pesar de que la cicatrización es un tema del cual se ha investigado ampliamente a lo largo del tiempo, no existe un consenso claro sobre cómo evaluarla y tratarla adecuadamente sobre todo en pacientes que presentan complicaciones, las cuales pueden ser por enfermedades vasculares o patologías sistémicas como la diabetes. Sin embargo, en la búsqueda de alternativas para cicatrización se han empleado alternativas naturales que ayudan a la estimulación o promueven la regeneración celular.

Objetivo: Determinar el efecto cicatrizante de biopelículas de pectina con bromelina y resveratrol sobre heridas en ratas diabéticas.

Resultados: Los resultados obtenidos de este trabajo permiten corroborar que las biopelículas de pectina con bromelina y resveratrol presentan un efecto cicatrizante sobre el modelo in vivo ya que los tratamientos muestran un porcentaje de cicatrización de 12.5 a 15.5 % al día 3, 60% al día 7 y superior al 98 % al día 14.

Conclusión: Este trabajo contribuye a la validación del uso del resveratrol y bromelina como potencial tratamiento cicatrizante utilizados en películas de pectina en heridas en animales diabéticos.

Palabras clave: Cicatrizante, resveratrol, bromelina, biopelículas, diabetes.

OBTENCIÓN DE NANOCELULOSA A PARTIR DE MICROORGANISMOS AISLADOS DE CÁSCARAS DE PIÑA

¹Frías Trejo G. P., ¹Pineda Escareño M. G., ¹Marszalek J. E., ¹Macías Jiménez G. A.,
¹Flores Loyola E.

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Torreón. Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5, Ciudad Universitaria. Ejido El Águila, C.P. 27276, Torreón, Coahuila.

*Email: erika-flores@uadec.edu.mx

Introducción: La nanocelulosa es un material extraído de la celulosa nativa y producida de forma natural por algunos organismos como, algas, hongos, tunicados y bacterias como *Acetobacter*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, y *Sarcina*. Este material posee dimensiones nanométricas, lo que da propiedades diferentes de la celulosa común, presenta una reactividad diversa dependiendo del tamaño de sus partículas y forma películas transparentes y flexibles por lo que es fácilmente manejable. El uso de materiales a base de nanocelulosa se realiza de una manera sostenible, ecológicamente preferible, no tóxica, renovable y biodegradable. La nanocelulosa bacteriana (BC) combina de manera eficaz elementos y propiedades estructurales significativos de la celulosa vegetal con las características únicas de los materiales a nanoescala, como alta pureza, cristalinidad y microporosidad y con fibrillas altamente hidratadas con 99% de agua y con alta resistencia mecánica, lo que la hace un biomaterial con muchas aplicaciones potenciales en las áreas de alimentos y medicina gracias a su biocompatibilidad. En la naturaleza existe un sinnúmero de microorganismos sin caracterizar que pueden ser utilizados en el campo de los bioprocesos para obtener metabolitos de importancia diversa.

Objetivo: realizar el aislamiento de microorganismos productores de nanopelículas utilizando cáscaras de piña como inóculo.

Materiales y métodos: Las cáscaras de piña se pusieron en un medio nutritivo adicionado con glucosa en medio ligeramente acidificado con vinagre natural. Los microorganismos cultivados de esta manera fueron aislados por estriado en cajas petri permitiendo así la separación y purificación de las cepas.

Resultados: Las cepas aisladas fueron caracterizadas por secuenciamiento génico y utilizadas en la producción de BC obteniéndose un rendimiento de 33.7 g de masa húmeda/100 mL de medio de cultivo. La nanocelulosa obtenida fue purificada con una solución diluida de NaOH dando lugar a la formación de películas transparentes que fueron caracterizadas por espectroscopía FTIR.

Conclusión: El espectro de absorción de la BC obtenida mostró el patrón de bandas reportado para este tipo de material, confirmando que la cepa aislada de las cáscaras de piña es un microorganismo productor de nanocelulosa con rendimientos similares a los reportados por otros autores.

Palabras clave: nanocelulosa, piña, microorganismo productor de nanopelícula.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD TOXICOLÓGICA Y CONTENIDO DE FENOLES Y FLAVONOIDES TOTALES EN EXTRACTOS DE LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS DE *Argemone* spp

¹Jurado-Perez Margarita, ¹Alanis-Bañuelos Ruth Elizabeth, ²Cobaleda-Velasco Marcos, ¹García-Luján Concepción.

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

²Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera el vergel La Torreña Km 0.0+820 LOC El Vergel, C.P. 35120, Gómez Palacio, Dgo., México

* Email: conygarcialujan@hotmail.com

Introducción: El género *Argemone*, perteneciente a la familia de las Papaveraceae, abarca alrededor de 30 especies (Israilov, Chelombit'ko, & Nazarova, 1986). Algunas de las especies, pertenecientes a esta familia, se distribuyen más ampliamente en México y en Estados Unidos, entre ellas la *Argemone mexicana*, *Argemone orchroleuca* y *Argemone pleiacantha* (Sharanappa, & Vidyasagar, 2014), se usan en la medicina tradicional para tratar diversas patologías, como el tratamiento de verrugas, infecciones cutáneas, hidropesía e ictericia (Bhattacharjee *et al.*, 2010). La composición química de las plantas pertenecientes a este género incluye diversos alcaloides, entre los cuales están la protopina, sanguinarina, berberina, y benzofenantridina, flavonoles como quercetina, rutina y mexitina, así como ácidos fenólicos y aminoácidos (Singh, *et al.*, 2012). Recientemente se ha reportado que la sanguinarina es un fungicida que resulta ser efectivo para el tratamiento de plagas en cultivos agrícolas (Lv *et al.*, 2017). Debido a la amplia distribución en el territorio nacional, algunas plantas del género *Argemone* son consideradas endémicas del Norte del país, y presentan la ventaja de ser de fácil crecimiento, no requieren cuidados especiales y son de fácil obtención, además gracias a su composición fitoquímica son consideradas de interés terapéutico y agroquímico, por lo que es pertinente la realización de estudios en torno a la determinación de la capacidad toxicológica de estas especies vegetales que pudieran aplicarse en la industria agroquímica.

Objetivo: Identificar y aislar los alcaloides de diferentes partes de la planta y medir su capacidad toxicológica.

Materiales y métodos: El material vegetal fue recolectado en la en la carretera Gómez Palacio-

Tlahualilo, en la ubicación N 25° 36.975 W 103° 27.334 Km 5.8, posteriormente se procedió a la separación, secado, molienda y tamizado de las diferentes estructuras vegetales de la planta. Se realizaron extracciones etanólicas al 85 % (m/v) mediante baño de ultrasonido. La determinación de fenoles y flavonoides totales fueron realizadas mediante los métodos de Folin-Ciocalcu y cloruro de aluminio. Los ensayos de toxicidad se realizaron con larvas de *Artemia salina*, exponiéndolas durante 24 horas con diferentes concentraciones de extracto.

Resultados: De manera general los extractos de las diferentes estructuras vegetales de *Argemone* spp. (hoja, vaina, raíz, semilla y pétalo) presentaron mayor cantidad de fenoles que de flavonoides, siendo el extracto de pétalo en ambas pruebas el que mayor cantidad presenta, con un total de 31.07±3.02 mg EQ/AG PS y 28.85 ± 0.15 mg EQ/Q PS, mientras que el contenido más bajo fue obtenido en raíz, de la misma manera en ambas pruebas. Los ensayos con *A. salina* para determinar la actividad toxicológica de los diferentes extractos, indicaron que, salvo la semilla que muestra una toxicidad relativamente baja, todos los demás extractos tienen toxicidad moderada.

Conclusiones: En general los extractos etanólicos de *Argemone* spp, mostraron una toxicidad moderada, la cual puede ser aplicada para la producción de productos agroquímicos con enfoque plaguicida, sin embargo, se considera que para un mayor efecto es necesario utilizar diferentes solventes, para que se logre la obtención de compuestos con actividad antifúngica, que resulten útiles para el área agrícola.

Palabras clave: *Argemone*, alcaloides, agroquímico, actividad antifúngica.

DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA POR FLAMA (EAA-GH)

¹Duarte Sustaita Jesús Jaime, ¹Perales Yáñez Luis Fernando, ¹García Vargas Gonzalo Gerardo

¹Laboratorio de Toxicología Analítica de Metales, Facultad de Ciencias de la Salud, UJED. Calz. las Palmas 1 y Sixto Ugalde, Col. Revolución, 35050 Gómez Palacio, Durango, México.

Introducción. La Organización Mundial del Salud (OMS), La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ASTDR), catalogan al Arsénico (As) como un elemento carcinogénico y se encuentra asociado a diversas enfermedades crónicas como la diabetes mellitus, hipertensión arterial, anemia megaloblástica, trastornos gastrointestinales y lesiones arsenicales en la piel. La concentración de As en orina junto con otros bioindicadores como cabello, suero o uñas nos dan datos de la exposición, así como de las tendencias temporales o cambios en la exposición, también para evaluar los niveles de diferentes poblaciones en diferentes áreas geográficas.

Objetivo. Estandarizar la metodología para la determinación de As en orina humana por espectrometría de absorción atómica con generador de hidruros.

Materiales y Métodos: Se sometieron a digestión con HNO₃, HClO₄ y H₂SO₄ concentrados las curvas de calibración, controles y muestra de orina humana para la mineralización del As, posteriormente se adicionó KI al 20% como preproducción, y se analizó por espectrometría de absorción atómica con generador de hidruros. Se utilizó el material de referencia NIST 2670a para control de calidad.

Resultados: Al realizar la estandarización se obtuvo una $r=0.9998$ en promedio, con $LD=1.61 \mu\text{g/L}$ y un $LC=4.71 \mu\text{g/L}$, se utilizó como muestra control SMR 2670a obteniendo un % de recuperación del 92.30 ± 9.90 con un $CV=5\%$.

Conclusión: La precisión, exactitud y reproducibilidad obtenidos fueron favorables para la utilización de la metodología en la determinación de As en muestras de orina humana.

Palabras clave: Zinc, Determinación, Suero, Estandarización, Flama

DETERMINACIÓN DE ZINC EN SUERO POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA POR FLAMA (EAA-F)

¹Duarte Sustaita Jesús Jaime, ¹Perales Yáñez Luis Fernando, ¹García Vargas Gonzalo Gerardo, ¹Guangorena Gómez Janeth Oliva.

¹Laboratorio de Toxicología Analítica de Metales, Facultad de Ciencias de la Salud, UJED. Calz. las Palmas 1 y Sixto Ugalde, Col. Revolución, 35050 Gómez Palacio, Durango, México.

Introducción. El bajo consumo de zinc (Zn) en la dieta se reconoce cada vez más como un importante problema de salud pública, ya que el Zn es un oligoelemento esencial necesario para la actividad enzimática catalítica. Su presencia es necesaria para múltiples actividades metabólicas y fisiológicas como el crecimiento, los mecanismos inmunes, la función reproductiva y el desarrollo neurológico. Adicionalmente, se considera como uno de los indicadores más utilizados para la evaluación nutricional.

Objetivo. Estandarizar la metodología para la determinación de Zn en suero humano por espectrometría de absorción atómica por flama.

Materiales y Métodos: Se analizaron 10 curvas de calibración de 10 a 150 ppm de Zn en HNO₃ al 5%, las muestras fueron obtenidas por venopunción y recolectadas en tubo Vacutainer® de tapa dorada, se separó el suero y se diluyó 1:10 con HNO₃ al 5%, se analizaron por el método de Flama (aire/acetileno) por espectrometría de absorción atómica. Se utilizó el material de referencia NIST 1643e para control de calidad.

Resultados: Al realizar la estandarización se obtuvo una $r=0.9999$ en promedio, con $LD=1.52 \mu\text{g}/\text{dL}$ y un $LC=6.48 \mu\text{g}/\text{L}$, se utilizó como muestra control SMR 1643e obteniendo un % de recuperación del 92.61 ± 3.97 con un $CV=5\%$.

Conclusión: La precisión, exactitud y reproducibilidad obtenidas fueron favorables para continuar con la utilización de la metodología en la determinación de Zn en muestras de suero humano.

Palabra clave: Zinc, Determinación, Suero, Estandarización, Flama

ACTIVIDAD β -LACTAMASA DE ENZIMAS EXTRAIDAS DE *Pseudomonas aeruginosa* PARA SU USO EN BIOSENSORES

¹González Dalia P., ¹Flores Loyola Erika, ¹Pineda Escareño María Guadalupe

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Torreón. Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5, Ciudad Universitaria. Ejido El Águila, C.P. 27276, Torreón, Coahuila.

*Email: erika-flores@uadec.edu.mx

Introducción: Los antibióticos usados para tratar infecciones bacterianas en animales son excretados en productos como carne y leche debido al su uso indiscriminado. Entre los más empleados están los β -lactámicos, los cuales se caracterizan por conservar un anillo β -lactama de cuatro miembros. Estos antibióticos actúan formando enlaces entre penicilina-proteínas, evitando la formación de la pared celular. Como mecanismo de defensa, los microorganismos producen ciertas enzimas para hidrolizar a los antibióticos, por lo que este mecanismo puede ser utilizado para la inducción y producción de estas enzimas para su uso en el diseño de biosensores. Por lo anterior, en este estudio, se indujo resistencia a antibióticos en *Pseudomonas aeruginosa* para producir enzimas de tipo β -lactamasa.

Objetivo: Determinar las condiciones de extracción de enzimas β -lactamasas a partir de *Pseudomonas aeruginosa* y las condiciones de reacción adecuadas para maximizar su actividad enzimática frente a cefalosporinas para su uso en la detección de antibióticos β -lactámicos.

Metodología: Se determinó cualitativamente la presencia de la enzima β -lactamasa mediante una prueba yodométrica. Se cultivaron células de *Pseudomonas aeruginosa* y se mantuvieron en agar nutritivo a 4°C. Se determinó la concentración mínima inhibitoria. Las células se incubaron en caldo Luria Bertani (LB) con 500 ppm de ceftriaxona por 18 h a 37°C con agitación. Las células de *P. aeruginosa* fueron centrifugadas a 10,000 rpm por 15 minutos a 10°C. El pellet fue resuspendido en buffer de fosfatos. Los extractos crudos se obtuvieron por sonicación (Fisherbrand™ Model 50 Sonic Dismembrator) usando diferentes tiempos y ciclos a 100 de amplitud. Los residuos celulares se eliminaron por centrifugación (10,000 rpm 10 min a 4°C). Se utilizaron diferentes concentraciones de ceftriaxona para determinar la actividad catalítica óptima del extracto enzimático a 230 nm.

Resultados: *P. aeruginosa* presentó una concentración mínima inhibitoria mayor a 64 ppm de ceftriaxona. La cepa fue positiva a la prueba yodométrica. La mayor actividad enzimática fue 6.06 U/mL con un extracto obtenido por sonicación durante 3 min/12 ciclos. Esto indica que el extracto enzimático podría detectar efectivamente la presencia de antibióticos β -lactámicos a través del seguimiento de su degradación por espectroscopia UV-vis.

Conclusiones: Se determinaron las condiciones óptimas para la extracción de β -lactamasas por sonicación con 3 min/12 ciclos, detectando una concentración de hasta 332 ppm de ceftriaxona. Basados en los resultados, el número de ciclos de sonicado afecta fuertemente, la actividad β -lactamasa.

ACTIVIDAD INMUNOMODULADORA *IN VIVO* DEL EXTRACTO METANÓLICO DE *Castela texana* (Chaparro amargoso)

¹Hernández-Ramos Reyna Margarita, ^{1,2}Serrano-Gallardo Luis-Benjamín, ¹Pedroza-Escobar David,
¹Castillo-Maldonado Irais, ¹Rivera-Guillén Mario Alberto, ¹Rivera-Barbosa Flor del Carmen,
¹Barboza-Herrera Carolina.

¹Departamento de Bioquímica y Fitofarmacología, Centro de Investigación Biomédica,
Facultad de Medicina, UAdeC.

²Laboratorio de investigación, Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio de la Universidad Juárez del
Estado de Durango. Artículo 123 s/n Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo., México

E mail: cybermagui_911@Hotmail.com

INTRODUCCIÓN. Las vacunas han resultado beneficiosas para la salud de la humanidad. El concepto de vacuna se ha extendido a las enfermedades autoinmunes, degenerativas y alérgicas. Estas son preparados farmacéuticos de elevada complejidad, formados por antígenos y adyuvantes. Adyuvante es una sustancia que se añade a la formulación farmacéutica de las vacunas y que junto al antígeno aumenta de forma inespecífica la respuesta inmunitaria. En vacunología se han usado ampliamente adyuvantes derivados de sales de aluminio los cuales poseen limitaciones. Las plantas del semidesierto contienen compuestos potencialmente activos sobre el sistema inmune, algunas con propiedades antiinflamatorias y citotóxicas. De los extractos crudos se han obtenido compuestos capaces de modular la respuesta inmune.

Objetivo: Evaluar la actividad inmunomoduladora del extracto metanólico de hojas de *Castela texana* en ratas *Long evans* inmunizadas con albumina bovina. **Metodología.** Se realizó análisis fitoquímico y cuantificación de polifenoles totales con ácido gálico como referencia. La toxicidad se evaluó con la determinación de la actividad hemolítica en eritrocitos y el ensayo de *Artemia salina* al extracto. La inducción de la inmunización se realizó con albúmina bovina en 5 grupos de 5 ratas con la administración subcutánea del extracto con 10, 100 y 1000 µg/mL respectivamente. La inmunización se realizó a los cero, catorce, veintiocho y treinta días. Se midieron las proteínas totales en suero.

Resultados. El análisis fitoquímico de *Castela texana* dio positivo a esteroides, aldehídos y centonas, taninos y saponinas, además dio negativo a proteínas, alcaloides y terpenoides. La concentración de polifenoles resultó en 3.91 µg/mL. En el ensayo de toxicidad con *Artemia salina* la planta resultó tóxica con una dosis letal media (DL₅₀) de 34.92 µg/mL. La evaluación de la actividad hemolítica resultó de la siguiente manera: control negativo (SS) 0%, control positivo (H₂O) 100%. El adyuvante a 10, 100 y 1000 µg/mL hemolizó los eritrocitos a 4.5, 7.24 y 38.09%, respectivamente. El incremento de las proteínas totales en suero fue significativo con la concentración del extracto a 10 y 100 µg/mL.

Conclusión. La administración de los extractos metanólicos de hojas de *Castela texana* en ratas mostraron actividad inmunoestimulante. El extracto incrementó la concentración de proteínas totales en las ratas inmunizadas con albumina bovina. El extracto metanólico de *Castela texana* resultó tóxico con el ensayo de *Artemia salina* y moderada actividad hemolítica. Los polifenoles parecen favorecer el efecto adyuvante inmunológico.

Palabras clave: Adyuvante-inmunológico, plantas medicinales, *in vivo*, extracto vegetal, *Castela texana*.

EVALUACIÓN EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS RESIDUALES MEDIANTE UN SISTEMA ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE.

¹Maldonado Cabrera Aurelio; ¹Amaro Ontiveros Nahúm Moisés; ¹Ríos Limones Ana Lilia y ²Chávez Rivero José Antonio.

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

²Universidad autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango

Email: nahumamaro@hotmail.com

Introducción: En México en el 2010 se generó aproximadamente 421.7 m³/s de aguas residuales al año, de estas solo el 37.3% se logró tratar y el resto se descargó sin tratar a ríos, lagos y zonas costeras. Lo que ocasionaría que cada metro cubico contaminaría 8 m³ (CONAGUA, 2012). En la entidad de Durango se generaron al año aproximadamente 72 millones de m³ de aguas residuales, de las cuales sólo el 16% son tratadas y resto contaminan a los ríos (Maldonado, 2012). Debido a esto es necesario contar con nuevas alternativas de tratamiento de aguas residuales. Una opción económica y eficiente en la remoción de contaminantes es el uso de reactores anaerobios de flujo ascendente.

Objetivo: Diseñar una planta de tratamiento con un rector anaerobio de flujo ascendente (RAFA), para disminuir la carga orgánica y microbiana para reusó como agua de riego.

Materiales y métodos: La construcción del Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA), tuvo lugar en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Como soporte para empacar el reactor se utilizó cardenche (*Cylindropuntia imbricata*). A partir de la primera carga de agua cruda comenzó el proceso de adaptación, el flujo se controló para 20 litros por cada 24 horas y por semana se realizaron muestreos al agua para llevar un control y determinar cuándo concluyo el periodo de adaptación. Cada 24 horas se midió la temperatura y el potencial de hidrogeno (pH). Una vez finalizado el proceso de adaptación, el agua saliente del reactor se sometió a análisis de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de análisis: Solidos Totales Disueltos (STD) y Solidos Totales Volátiles (STV).

Resultados: Mediante este tratamiento que se le dio al agua residual se demostró que se puede obtener un agua incolora e inolora a la percepción humana, libre de coliformes fecales para un reusó y un mejor aprovechamiento. El análisis de agua de entrada y salida del reactor por el método del número más probable (NMP) la cual se llevó a cabo bajo la NOM- 112-SSA1-1994, obteniendo como resultado la ausencia de *Escherichia coli spp*, en Caldo Verde Brillante. La medición de solidos disueltos totales y solidos totales volátiles (SDT y STV) disminuyeron.

Conclusiones: El agua residual sometida a este método de tratamiento fue favorable, ya que el agua residual contenía 1100 UFC/100ml por NMP y la sometida al tratamiento 1.1 UFC/100ml por NMP por lo tanto los valores están bajo el limite permisible de la NOM-112-SSA1-1996.

Palabras clave: Aguas residuales, cardenche, NMP, rector anaerobio de flujo ascendente

EFECTO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE *Azadirachta indica* A. Juss SOBRE LA VITALIDAD Y CUENTA ESPERMÁTICA EN RATAS LONG EVANS

¹Borjón Ríos Claudia Guadalupe, ¹Pedroza Escobar David, ¹Rivera Guillén Mario Alberto, ²García Garza Rubén, ³Vega Menchaca María del Carmen, ¹Serrano Gallardo Luis Benjamín, ¹Castillo Maldonado Irais.

¹Laboratorio de Bioquímica y Fitofarmacología, Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Coahuila, Gregorio A. García s/n, Torreón, Coahuila, México.

²Laboratorio de Histología y Morfología de la Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Coahuila, Gregorio A. García s/n, Torreón, Coahuila, México.

³Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Artículo 123 s/n Col. Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio, Durango, México.

* Email: serranoluis56@gmail.com

Introducción: El uso de anticonceptivos hormonales femeninos es un factor de riesgo para desarrollar diversas patologías. Actualmente existe un interés particular en el desarrollo de métodos para la anticoncepción masculina, esto debido a un aumento en la necesidad de alentar a los hombres a que se responsabilicen de su comportamiento reproductivo. En Medicina Tradicional las hojas de *Azadirachta indica* (Árbol de Neem) se han utilizado como anticonceptivo femenino. Existe evidencia científica de distintas actividades biológicas de compuestos aislados de *A. indica*, así como de su actividad farmacológica y aplicaciones medicinales plausibles.

Objetivo: Determinar el efecto contraceptivo de *Azadirachta indica* A. Juss (Árbol de Neem) en la modulación de la espermatogénesis.

Materiales y Métodos: Se obtuvo el extracto metanólico de las hojas y se determinó la DL_{50} con el ensayo de *Artemia salina* en microplaca a las concentraciones de 50, 125, 500 y 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Los grupos de compuestos se identificaron con marcha fitoquímica. Para evaluar la vitalidad y cuenta espermática se utilizaron 12 ratas macho Long Evans divididas en dos grupos. Se les administró con sonda gástrica cada tercer día durante 60 días al grupo de tratamiento una dosis de extracto de 100 mg/kg de peso de la rata. Al grupo testigo se le administró agua. Al final del tratamiento se sacrificaron, se extrajeron los testículos y determinó la cuenta, la morfología, la motilidad y la vitalidad de los espermatozoides en el líquido seminal. Se realizaron cortes histológicos de testículo que se tiñeron con hematoxilina y eosina para evaluar los cambios morfológicos al microscopio.

Resultados: El extracto no resultó tóxico con el ensayo de letalidad con *Artemia salina*, con una dosis letal media (DL_{50}) de 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Se detectaron los grupos fitoquímicos alcaloides, flavonoides, taninos, terpenoides, saponinas y quinonas en concentración de baja, en cambio se detectaron cumarinas en altas concentraciones. En la cuenta de los espermatozoides no hubo diferencia significativa del grupo tratado con 100 respecto al control 13.76 ± 5.21 y 14.27 ± 4.37 células por mm^3 ($p > 0.05$). En el estudio de la vitalidad espermática se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.001$) del grupo tratado con respecto al testigo con 34 y 67% de espermatozoides vivos respectivamente. Se observó un 15 y 6% de alteración morfológica del grupo de tratamiento vs el control.

Conclusión: El extracto metanólico de hoja de *Azadirachta indica* tiene efecto espermicida del semen de las ratas, pero muestran alteraciones morfológicas en los cortes histológicos.

Palabras clave: *Azadirachta indica*, contraceptivo, espermatogénesis, extracto

IDENTIFICACIÓN POR HPLC Y PURIFICACIÓN PARCIAL DE COMPUESTOS EN EXTRACTO DE SEMILLAS DE *Moringa oleifera* OBTENIDO POR EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO

¹Huerta-González Idalia Elena., ²Aguilar-González Cristóbal Noé., ³Ascasio-Valdés Juan Alberto.,
¹Betancourt-Martínez Nadia Denys., ⁴González-Martínez Rocío., ¹Morán-Martínez Javier.

¹Departamento de Biología celular y ultraestructura, Centro de investigación Biomédica,
Facultad de Medicina U. A. de C., Torreón, Coah.

²Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación, Coordinación General de Estudios de Posgrado e
Investigación U. A. de C., Saltillo, Coah.

³Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, U. A. de C., Saltillo, Coah.

⁴Departamento de microbiología, Facultad de Medicina. A. de C., Torreón, Coah.

*Email: javmoran@yahoo.com

INTRODUCCION: Diversas plantas han sido empleadas a lo largo de los años como fuente de medicina tradicional, así como también para condimentar algunos platillos (Abd Karim et al., 2016; Bakre, Aderibigbe, & Ademowo, 2013; Caceres A., Saravia A., Rizzo S., Zabala L., 1992). En los últimos años ha crecido el interés por los efectos terapéuticos que se han observado en diferentes plantas. Una gran fuente de interés terapéutico son los metabolitos secundarios presentes en las plantas, tales como flavonoides, fenoles, alcaloides, cumarinas y glucosinolatos (Abd Karim et al., 2016; Brunelli et al., 2010), estos últimos presentes principalmente en las Brassicales, orden al que pertenece el Brócoli y *Moringa oleifera*, la cual se puede encontrar principalmente en Asia, África, América y ha sido empleada con diversos fines terapéuticos y alimentarios. En lo que respecta a su uso terapéutico, los glucosinolatos han destacado por sus efectos quimiopreventivo y quimioterapéutico (Brunelli et al., 2010). Además, se han realizado estudios en los cuales se observaron sus efectos, anti-hipotensión, antifúngico, antimicrobiano, anticancerígeno y anti proliferativo. Sin embargo, gran parte de los estudios, se han realizado con extractos crudos obtenidos de las hojas de *M. oleifera*, a pesar de que se han estudiado otras partes de esta, como raíces, flores, tallos y semillas, no se han estudiado a profundidad como las hojas (Chuang et al., 2007), existen pocos estudios principalmente en extractos obtenidos de semillas, de las cuales se sabe que poseen uno de los grupos de metabolitos de mayor interés (glucosinolatos y polifenoles), principalmente por su efecto antiinflamatorio y anticancerígeno (Chuang et al., 2007; Elsayed et al., 2015). **OBJETIVO:** caracterizar, identificar y purificar parcialmente los compuestos de interés presentes en extracto de semillas de *M. oleifera*. **MATERIALES Y METODOS:** Se emplearon semillas de *Moringa oleifera* para la obtención de

un extracto metanólico obtenido por extracción asistida por ultrasonido, y un extracto parcialmente purificado, además se realizó una determinación de polifenoles hidrolizables por el método de Folin Ciocalteu y polifenoles condensados por el método HCl-butanol, así mismo se llevó a cabo la identificación de polifenoles y glucosinolatos por HPLC-MS. **RESULTADOS:** Se identificaron un total de nueve compuestos fenólicos presentes en los extractos crudo (EC) y parcialmente purificado (EPP), Ácido caféico 4-O-glucósido, (+) - Catequina, Malvidin 3-O-(6''-p-cumaroil-glucósido), 6,8-Dihidroxikaempferol, ácido p-Cumárico 4-O-glucósido, 7-Oxomatairesinol, Kaempferol 3-O-xilosil-glucosido, Conidendrina, presentes en EC, mientras que en EPP se encontraron Malvidin 3-O-(6''-p-coumaroil-glucosido), p-ácido cumárico 4-O-glucosido, Kaempferol 3-O-xilosil-glucosido, Conidendrina, además de un compuesto que no fue identificado en el extracto crudo Cianidina 3-O-glucosil-rutinosido, también se identificaron dos glucosinolatos, Indol 3-carbinol y Sinigrina, respecto a la presencia de polifenoles hidrolizables y condensados en el extracto crudo, se obtuvieron los siguientes resultados, polifenoles condensados 6.78×10^6 mg/g y polifenoles hidrolizables 1.58×10^6 mg/g. **CONCLUSION:** se confirmó la presencia de diferentes subtipos de polifenoles y glucosinolatos en extracto metanólico de semillas de *Moringa oleifera*, dos de los grupos principales a los que se les atribuyen la mayor parte de sus efectos terapéuticos, tales como quimiopreventivo, quimioterapéutico, anti proliferativo, antioxidante entre otros, lo que sugiere su uso potencial como agente terapéutico para contrarrestar enfermedades crónicas o cronicodegenerativas.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, glucosinolatos, polifenoles, ultrasonido.

ELABORACIÓN DE UNA PRESENTACION FARMACEUTICA A BASE DE UN LIOFILIZADO DEL FRUTO DE *Morus nigra* RECOLECTADO DE ÁRBOLES

²García Castañeda Jesús Iván, ²Salas Guzmán Edgar Emmanuel, ¹Aguilera Ortiz Miguel,
¹Martínez Romero Aurora, ¹Alba Romero José De Jesús, ¹Hernández González Sandra-Isabel

¹Laboratorio B de Investigación y ²Laboratorio de Farmacia, Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio,
Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) Dgo. Artículo 123 S/N Fracc Filadelfia.

Email: jigc_12@hotmail.com

Introducción: La mora (*Morus sp.*) es una fruta muy rica en compuestos fitoquímicos, especialmente en polifenoles, como ácidos fenólicos y flavonoides, por lo que, el fruto ha sido utilizado desde la antigüedad en la medicina tradicional china para tratar la fiebre, mejorar la vista, fortalecer las articulaciones, como diurético, para proteger el hígado y para disminuir la presión sanguínea. Emplear fruta de mora liofilizada podría ser una buena alternativa para diseñar una presentación farmacéutica. Pues en las tiendas naturistas no existe como tal un producto a base de *Morus nigra*.

Objetivo: Realizar una presentación farmacéutica mediante un liofilizado del fruto de *Morus nigra*.

Material y Métodos: Se recolectó fruta fresca de mora negra de la localidad de Bermejillo, Dgo. Antes de realizar el proceso de liofilización, la fruta recolectada se congeló a -12°C para favorecer a la liofilización, después se liofilizó a -40°C. Una vez liofilizada, se realizó el extracto de este liofilizado. Luego se cuantificaron los compuestos fenólicos totales (CFT) por método de Slinkard y Singleton 1977, el extracto de *M. nigra* se incubó a temperatura ambiente por 2 horas, después la absorbancia se midió a 760 nm. Los resultados se calcularon utilizando una curva de calibración de ácido gálico estándar y se expresaron en mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra. Y la capacidad antioxidante (CA) se determinó por método de Fukumoto y Mazza, la cual se midió a una absorbancia de 520 nm. Los resultados se calcularon a partir de una curva de calibración de trolox estándar y se expresaron en mg equivalentes de trolox por gramo de muestra. En ambos métodos se empleó espectrofotometría de haz de referencia de longitud de onda múltiple, UV visible.

Resultados: Turan y colaboradores reportaron los siguientes valores de CFT de extractos de fruta de *M. nigra* 20.7 mg equivalentes de ácido gálico y de CA 48.8 mg equivalentes trólox por gramo de muestra, respectivamente. En cambio, nuestros resultados fueron para CFT de *Morus nigra* fue de 25.4 mg equivalentes de ácido gálico y, mientras que la determinación de CA fue de 55.6 mg equivalentes trólox por gramo de muestra, respectivamente. En comparación con otros resultados, nuestros resultados muestran un gran potencial para esta investigación. **Conclusión:** El proceso de liofilizado a partir del fruto de *Morus nigra* recolectado de árboles cumple con las pruebas fisicoquímicas para realizar la presentación farmacéutica.

Palabras clave: Mora, liofilizado, presentación farmacéutica

ACTIVIDAD ANTIPROLIFERATIVA Y CITOTÓXICA DEL EXTRACTO ACUOSO DE *Larrea tridentata* EN CÉLULAS TUMORALES Y NORMALES DE MAMA

^{1,2}Serrano-Gallardo LB, ¹Borrego-Jiménez D, ¹Rivera-Guillén MA, ²Vega-Menchaca MC, ¹Pedroza-Escobar D., ¹Castillo-Maldonado I.

¹Departamento de Bioquímica del Centro de Investigación Biomédica de la Facultad de Medicina de la UAdeC. ²Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, Campus Gómez Palacio.

* Email: serranoluis56@gmail.com

Introducción: Desde tiempos remotos las plantas medicinales han servido a la humanidad para aliviar sus problemas de salud. Para la industria farmacéutica han sido una fuente rica de nuevos fármacos para el tratamiento de diversas enfermedades. En algunas ocasiones la química sintética y la medicina moderna han desestimado la importancia de las plantas medicinales. El cáncer es la segunda causa de muerte en el mundo. La gran diversidad de flora nativa en México abre un gran campo de investigación en la búsqueda de nuevos tratamientos anticancerígenos, especialmente la flora del semidesierto Chihuahuense poco estudiada farmacológicamente. *Larrea tridentata* (gobernadora) de la familia Zygophyllscae se ha utilizado en Medicina Tradicional por los pobladores del Norte de México para el tratamiento de diversas enfermedades.

Objetivo: El objetivo de este estudio fue valorar la actividad antiproliferativa *in vitro* del extracto acuoso de las hojas de *Larrea tridentata* con tres diferentes concentraciones (100 - 1000 µg/mL) en las líneas celulares de adenocarcinoma de mama MCF7 y epitelio normal de mama MCF12 y la toxicidad con nauplios de *Artemia salina* a cinco concentraciones del extracto acuoso (10 - 1000 µg/mL).

Resultados: Se observó una inhibición de la línea celular tumoral MCF7 del 100% a 1000 µg/mL dependiente de la concentración y del tiempo de exposición, en cambio no fue activo en la línea celular MCF12. El ensayo con *Artemia salina* mostró que la CL₅₀ fue de 185.04 µg/mL con un intervalo de confianza al 95% de 110.33 a 289.53 µg/mL; el incremento de la mortalidad fue proporcional al incremento de la concentración, la cual mostró linealidad en relación a la concentración vs efecto.

Conclusión: Los extractos actúan sobre la línea cancerosa, pero no en la línea de células de epitelio normal, además se comprobó los mismos resultaron tóxicos con el ensayo de *Artemia salina*. Es indispensable proseguir con las pruebas preclínicas para garantizar la eficacia y utilizarlo como criterio de calidad en el descubrimiento de moléculas candidatas antineoplásicas.

Palabras clave: Actividad antiproliferativa, *Larrea tridentata*, plantas medicinales, *Artemia salina*

ASOCIACIÓN ENTRE EL FENOTIPO DEL SISTEMA DE GRUPO SANGUÍNEO AB0 Y LEUCEMIAS

¹Ochoa-García Perla Patricia, ¹Martínez-Romero Aurora, ¹Hernández-González Sandra Isabel,
¹García-Contreras Luis Otoniel, ¹Núñez-Pérez Jorge, ¹Alba-Romero José de Jesús

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio.
Artículo 123 s/n, Colonia Filadelfia, 35015, Gómez Palacio, Durango.

*Email: a.martinezr@ujed.mx

Introducción: Los antígenos del grupo sanguíneo AB0 y Rhesus (Rh) son los marcadores genéticos estudiados con mayor frecuencia en un grupo grande de personas. Hay cuatro grupos sanguíneos comunes en el sistema AB0: 0, A, B y AB. A partir de su surgimiento numerosas investigaciones se han enfocado en asociarlo con el desarrollo de diversas patologías se han reportado asociaciones con diferentes tipos de cáncer lo cual da pie a investigar asociaciones del sistema AB0 con cáncer, como lo es la leucemia. La leucemia es una proliferación neoplásica de las células progenitoras de origen hematopoyético. Estas células pierden su capacidad para madurar y diferenciarse, proliferando en forma desordenada, reemplazando los elementos normales de la médula ósea.

Objetivo: Determinar la asociación entre el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 y leucemias.

Material y método: El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Lerdo registrado con el número 000374, se realizó un muestreo por conveniencia, el grupo sanguíneo se tipificó mediante el método de tarjeta de gel y la clasificación citológica de leucemia se realizó por medio de una tinción de Wright.

Resultados: De un total de 30 pacientes se les determinó el fenotipo del sistema de grupo sanguíneo AB0 donde se encontró una distribución de 0 (43%), B (27%), A (23%) y AB (7%) y una mayor frecuencia de Leucemia Linfocítica Aguda (LLA) con 13 seguido de Leucemia Mieloide Aguda (LMA) 12, Leucemia Mieloide Crónica (LMC) 4 y Leucemia Linfocítica Crónica (LLC) 1. Dentro de los pacientes de grupo sanguíneo 0 se encontraron casos de LLA, LMA, LMC y LLC con una frecuencia de 5, 5, 2 y 1 respectivamente. En pacientes pertenecientes al grupo sanguíneo B se presentaron las leucemias LLA 4, LMC 2 y LMA 2. En cambio, se observaron solo las leucemias LLA 4 y LMA 3 en los pacientes con grupo sanguíneo A y se reportó LMA en 2 personas con grupo sanguíneo AB.

Conclusiones: El grupo sanguíneo 0 se encontró en mayor proporción en comparación con otros grupos sanguíneos, el tipo de leucemia más frecuente fue la LLA.

Palabras clave: leucemias, grupo sanguíneo AB0, fenotipo, asociación, frecuencia.

INCIDENCIA DE *Rickettsiosis* EN HUMANOS EN LA CIUDAD DE GÓMEZ PALACIO, DURANGO

Kathia Judith Avila-Meza¹, Francisco Javier Lozoya-Enriquez¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Gómez Palacio, Durango.

Resumen

La rickettsiosis es una enfermedad provocada por una infección causada por varias especies de la bacteria *Rickettsia*, que suelen transmitirse por las garrapatas. La mayoría de las personas que desarrollan esta enfermedad lo hacen después de la picadura de una garrapata infectada. Más del 90% de los casos de rickettsiosis ocurren entre los meses de abril y septiembre, ya que esta época del año los parásitos se encuentran en su estadio adulto y por tanto en la fase infectiva.

Se han registrado múltiples casos de contagio entre las familias de Gómez Palacio Durango, debido a su constante contacto con sus propias mascotas, así como a la falta de higiene que se les da.

La *Rickettsia* causa fiebre, dolor de cabeza y mialgia, y promueve la diseminación a diferentes tejidos generando enfermedades multisistémicas en cerebro, pulmón, hígado, riñón, tejido endotelial del corazón provocando vasculitis linfocitocitaria, hemorragia alveolar difusa, neumonía intersticial, edema pulmonar, miocarditis, nefritis intersticiales, hemorragias cutáneas, mucosas y serosas.

PREVALENCIA DE *Treponema pallidum* EN PACIENTES DE LA SECRETARÍA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA DE GÓMEZ PALACIO, DGO.

¹Ochoa-García Perla Patricia, ¹Esparza-González Sigfredo, ¹Martínez-Romero Aurora

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio. Artículo 123 s/n, Colonia Filadelfia, 35015, Gómez Palacio, Durango.

Email: a.martinezr@ujed.mx

Introducción: La sífilis es una enfermedad crónica, multi-etapa, de transmisión sexual causada por la bacteria espiroqueta *Treponema pallidum*, caracterizada por ser diseminada, progresiva y de manifestaciones clínicas proteicas. El ser humano es el único hospedador natural de *T. pallidum*. La incidencia de sífilis ha experimentado un fuerte aumento en todo el mundo en las últimas décadas. A pesar de ser fácilmente tratada con antibióticos, sigue siendo un problema de salud pública mundial. Su diagnóstico está basado en pruebas serológicas treponémicas (TP-PA, FTA-ABS) o no treponémicas (RPR, VDRL).

Objetivo: Determinar la prevalencia de *T. pallidum* en pacientes de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de Gómez Palacio, Dgo.

Materiales y métodos: Se realizó un tipo de muestreo consecutivo, resultando un total de 22730 muestras para análisis serológico a pacientes con sintomatología propia de la enfermedad. Se detectó la presencia de anticuerpos que se encuentran presentes en el suero de los individuos afectados, empleando como antígeno Reagina Plasmática Rápida (RPR), el análisis estadístico fue descriptivo.

Resultados: Del total de 22730 muestras se manejaron 9600 casos de Enero a Diciembre del 2014, 15 pacientes dieron positivo a prueba de RPR, resultando una prevalencia de 0.15%, mientras que de Enero a Diciembre del 2015 se evaluaron 8930 pacientes de los que se obtuvieron 42 casos positivos, resultando una prevalencia del 0.47% y en el periodo de Enero a Mayo del 2016 se analizaron a 4200 pacientes los cuales 14 fueron positivos arrojando una prevalencia del 0.33%.

Conclusión: Se determinó que la prevalencia de *T. pallidum* de la SSA de Gómez Palacio, Dgo., que fue de 0.15% en 2014, 0.47% en 2015 y 0.33% de enero-mayo del 2016, observándose un incremento en la prevalencia de sífilis durante el periodo de estudio.

Palabras clave: *Treponema pallidum*, prevalencia, sífilis.

EFFECTO DE LA INTOXICACIÓN SUBCRÓNICA POR NITRATO DE SODIO EN EL SIMPORTADOR Na^+/I^- DEL INTESTINO DELGADO EN RATAS HEMBRA WISTAR

¹De La Rosa Covarrubias José Humberto, ¹Ríos Sánchez Efraín, ¹Calleros Rincón Esperanza Yasmín, ¹Olivas Calderón Edgar Héctor, ^{1*}Pérez Morales Rebeca

¹Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 S/N Fraccionamiento Filadelfia CP 35010. Gómez Palacio, Durango.

*Email: rebecapms@ujed.mx

Introducción: Los nitratos (NO_3) son sales que se encuentran naturalmente en el ambiente, pero su uso desmedido en la industria agrícola como fertilizantes y en la alimentaria como aditivos, ha provocado que la exposición a estas sustancias incremente, y genere distintas patologías asociadas a intoxicaciones por su consumo crónico. Estudios poblacionales han relacionado la exposición crónica a NO_3 con la incidencia de hipotiroidismo, sin embargo, los mecanismos moleculares implicados en estos procesos no han sido descritos. Uno de los posibles mecanismos sería mediante la acción inhibitoria de los NO_3 en la captación de yodo a través del simportador Na^+/I^- (NIS) intestinal.

Objetivo: Evaluar el efecto de la intoxicación subcrónica por nitrato de sodio en el simportador NIS del intestino delgado en ratas hembras Wistar.

Materiales y métodos: Se incluyeron 40 ratas hembra Wistar de 10 semanas de edad, éstas fueron divididas aleatoriamente en 4 grupos con exposición a 66, 150, 300 mg/kg/día de NaNO_3 administrada de forma intragástrica diariamente y un grupo control sin exposición por un periodo de 8 semanas. Las ratas fueron sacrificadas por dislocación cervical, se recolectaron muestras sanguíneas para realizar biometrías hemáticas y perfiles bioquímicos, y tejido intestinal para el estudio histológico y expresión de NIS a nivel de proteína [Western-Blot] y mensajero [PCR tiempo real].

Resultados: En los resultados preliminares, no se encontraron diferencias significativas en los pesos iniciales y finales de las ratas, consumo de agua, peso de hígado y bazo ($p > 0.05$). En los análisis hematológicos se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la cantidad de leucocitos (6.2 ± 1.2 , 16.9 ± 4.5 , 15.2 ± 2.7 y 34.2 ± 6.4 10^3 células/mL para el grupo control, de 66, 150 y 300 mg/kg, respectivamente) así como en la cantidad de plaquetas (330.6 ± 81.9 , 717.8 ± 172 , 806.8 ± 72.3 y $1'020 \pm 135.5$ 10^3 células/mL para el grupo control, de 66, 150 y 300 mg/kg, respectivamente).

Conclusión: No se observaron diferencias en la cantidad de NO_2 en plasma, en el porcentaje de metahemoglobina ni en los parámetros relacionados a la línea roja. De lo anterior se concluye que la exposición crónica a nitrato de sodio genera alteraciones a hematológicas en la cantidad de leucocitos y plaquetas, pero no de la fórmula roja.

Palabras Clave: Intoxicación, Nitrato De Sodio, Simportador Na^+/I^- , Ratias Hembra Wistar

CONCENTRACIÓN DE FLÚOR URINARIO EN MADRES Y NEONATOS RESIDENTES DE LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO.

¹Medina-García A, ²Peñaloza-Castillo E, ³García-Vargas GG, ³Duarte-Sustaita J, ²Llanas-Wong JM, ¹Facio-Campos RA, ¹Moran-Martínez J, ²Calleros-Rincón EY, ²Perez-Morales R, ²Olivas-Calderón E

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Unidad Torreón Coahuila Gregorio A. García 198, Centro, 27000, Torreón, Coahuila.

²Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Avenida Artículo 123 s/n, 35010, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Durango.

³Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias de la Salud, Calzada Palmas 1 1122, Revolución, 35050, Gómez Palacio, Durango.

*Email: abigailmedinag@gmail.com ; eholivas27@gmail.com

Introducción: La Comarca Lagunera de Durango es una región en la cual se han realizados pocos estudios para explorar la concentración de flúor (F) en agua y la exposición humana a este halógeno.

Objetivo: En este trabajo se evaluó y se comparó la concentración de flúor urinario (FU) en 60 púerperas con respecto a sus neonatos.

Materiales y métodos: Los binomios se reclutaron en el Hospital General de Gómez Palacio, Durango. Todas eran residentes de la Comarca Lagunera. La concentración de flúor se cuantificó por el método de electrodo de ion selectivo y se corrigió a través de la concentración de creatinina urinaria.

Resultados: El valor promedio de flúor urinario para púerperas y neonatos fue de 1.91 ± 2.75 y 2.34 ± 4.44 mg de F/g de creatinina, respectivamente. De acuerdo con nuestra evaluación, es evidente que la población estudiada presentó exposición crónica al flúor basado en los valores urinarios de referencia establecidos que van de 0-1.29 mg/g de creatinina. La ingesta total acumulada de flúor a través del agua de bebida y de la dieta en la población general, podría exceder fácilmente los niveles normales, causando intoxicación.

Conclusión: La evidencia sugiere que la ingesta excesiva de flúor puede contribuir a una amplia gama de efectos adversos como fluorosis dental, abortos problemas en el neurodesarrollo etc. Por lo tanto, desde una perspectiva de salud pública, parecería prudente y sensato que se implementen medidas de reducción de riesgos para disminuir la carga corporal total de flúor en la población susceptible.

Palabras clave: Flúor urinario, riesgos para la salud, binomio madre-hijo.

ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE LA CÉLULA ESPERMÁTICA EN ESTUDIANTES CON TABAQUISMO POSITIVO

¹López Domínguez Monserrat, ²Avalos Calleros Bertha Yasmin, ¹Olivas Calderón Edgar Héctor, ¹Pérez Morales Rebeca, ¹Alba Romero José de Jesús, ³González Zamora Alberto., ¹*Calleros Rincón Esperanza Yasmin.

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio. Artículo 123 s/n, Colonia Filadelfia, 35015, Gómez Palacio, Durango. ²Universidad Vizcaya de las Américas. Boulevard Venustiano Carranza Núm 4925 Esq. con Boulevard Nazario Ortiz Garza, Saltillo, Coah.

³Facultad de Ciencias Biológicas Gómez Palacio de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Artículo 123 s/n Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo., México

* Email: peracalleros@gmail.com

Introducción: El tabaquismo es un hábito prevalente en el estilo de vida de jóvenes, que induce al estrés oxidativo, incrementando los niveles de oxidantes procedentes del humo, y disminuyendo los niveles de antioxidantes en el plasma seminal. El humo del tabaco contiene más de 4000 tipos de componentes. Estas sustancias peligrosas y dañinas tienen propiedades antigénicas, citotóxicas, mutagénicas y carcinogénicas, que podrían tener resultados desfavorables en la reproducción masculina. La concentración, motilidad y morfología son parámetros comúnmente utilizados para determinar el potencial de fertilización de un eyaculado. Estos parámetros dan una visión general de la calidad de los espermatozoides.

Objetivo: Conocer el efecto que tiene el consumo de tabaco en la morfología de la célula espermática en la población de jóvenes estudiantes con tabaquismo positivo.

Material y métodos: El presente trabajo se realizó en el laboratorio de posgrado de la Facultad de Ciencias Químicas fueron analizadas 30 muestras de semen, esto por medio de observación directa al microscopio. Todos ellos de 18 a 23 años, se les aplicó un cuestionario previo para obtener información de su historial clínico, salud general, hábitos y lugares de procedencia entre otros datos, así como la firma de consentimiento informado.

Resultados: El promedio de cigarrillos por día fue de 5, durante 3 años, presentando alteraciones en la morfología, macrocéfalo: 90%, microcéfalo, piriforme, bicéfalos 43%, amorfo: 50%, Alfiler: 63%, redondo 83%.

Conclusión: Los resultados preliminares demuestran la presencia de alteraciones en la morfología de la célula espermática de los estudiantes con tabaquismo positivo.

Palabras clave: Tabaquismo, célula espermática, morfología.

DETECCIÓN DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA Y LA PRODUCCIÓN DE BIOPELÍCULA EN AISLADOS CLÍNICOS DE *Escherichia coli*.

¹Froto-Madariaga María de Lourdes, ²Balagurusamy Nagamani, ³Oropeza-Navarro Ricardo, ^{1,4}Serrano-Gallardo Luis Benjamín, ⁴Pedroza-Escobar David, ¹Vega-Menchaca María del Carmen.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango Unidad Gómez Palacio.
²Laboratorio de Bioremediación, Facultad de Ciencias Biológicas.
Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón.

³Departamento de Microbiología Molecular, Instituto de Biotecnología
Universidad Nacional Autónoma de México.

⁴Departamento de Bioquímica y Farmacología, Centro de Investigación Biomédica,
Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón.

Email: carmelitavega2006@yahoo.com.mx

Introducción: La resistencia a los antibióticos es un problema mundial causado por bacterias patógenas. La formación de biopelícula y los genes que codifican para las proteínas de resistencia a los antibióticos son mecanismos que confieren resistencia a las bacterias.

Objetivo. Evaluar la resistencia a antibióticos y la formación de biopelículas en diez cepas clínicas de *E. coli* aisladas de orina, sangre y secreción bronquial.

Metodología. Las cepas de *E. coli* fueron analizadas contra los antibióticos ampicilina (50mg/mL), cefalexina (50 mg/mL), trimetoprim (8 mg/mL), sulfametoxazol (40 mg/mL) y gentamicina (40 mg/mL) por el método de Kirby Bauer para susceptibilidad en disco.

Resultados. Ochenta por ciento de las cepas mostraron resistencia antimicrobiana para ampicilina, cincuenta por ciento para trimetoprim y sulfametoxazol y veinte por ciento para cefalexina y para gentamicina no se encontró resistencia antimicrobiana. Las cepas que mostraron resistencia se analizaron para formación de biopelícula, este estudio mostró que el 80 por ciento de las cepas analizadas tuvieron la capacidad de formación de biopelícula.

Conclusión. Estos resultados muestran que las cepas clínicas de *E. coli* usan más de un mecanismo de resistencia hacia los antibióticos.

Palabras clave: *Escherichia coli*, antibiótico, resistencia, genes, biopelícula.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DEL EXTRACTO DE *Moringa oleifera* Y LA CMI POR EL MICROMÉTODO ALAMAR AZUL EN MICROORGANISMOS CAUSANTES DE GASTROENTERITIS.

^{1,2,3*}Alba Romero José de Jesús, Pablo Ruiz Flores⁴; Esperanza Yazmín Calleros Rincón¹, Sandra Isabel Hernández González¹; Aurora Martínez Romero¹, Gonzalo Alonso Flores Vielma¹

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Ciencias Químicas. Unidad Gómez Palacio. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Artículo 123 s/n, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. CP 35010. Tel (871) 7 15 88 10 y 7 15 29 64.

²Laboratorio de Asesores Especializados de la Laguna, Gómez Palacio, Durango.

³Sanatorio San José de Gómez Palacio Durango SA de CV.

⁴Centro de Investigación Biomédica Facultad de Medicina de la UA de C

* Email: jalbar_1@hotmail.com

Introducción: El uso de plantas con fines terapéuticos es bien conocido en todo el mundo. La familia *Moringaceae* compuesta por 13 especies, de las cuales *Moringa oleifera* Lam. (Moringa), es la especie más utilizada por las comunidades indígenas. Estudios in vitro han demostrado la actividad antimicrobiana de *Moringa oleifera* de diferentes partes de la planta sobre los microorganismos patógenos. Las enfermedades gastrointestinales son una de las primeras causas de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo. Las infecciones gastrointestinales son una de las causas más importantes de morbilidad entre lactantes y niños y las personas de la tercera edad. Los esfuerzos de los investigadores por buscar alternativas para combatir este problema que se presenta más en países en desarrollo proponen el uso de extractos de *M. oleifera*.

Materiales y métodos: Se obtuvieron muestras de hojas, tallos, flores y semillas de *Moringa oleifera* de una misma planta. Se prepararon extractos metanólicos al 96% cubriendo el material en su totalidad. Las cepas utilizadas fueron donadas por el departamento de bacteriología médica de la ENCB. En una placa costar de baja evaporación se inocularon las diferentes cepas junto con el extracto de *Moringa oleifera* a diferentes concentraciones, se incubaron durante toda la noche a 36°C y posteriormente se agregó reactivo de Alamar Azul.

Resultados: En nuestro estudio se obtuvo un extracto etanólico de tallos y hojas de la misma planta, se determinó la CMI por el micrométodo de Alamar azul a las 24 h en cepas ATCC de *Vibrio cholerae* O1, *Salmonella entérica*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, la cual fue 3.125 mg/dL como la menor CMI en hojas y 12.5 mg/dL como la mayor CMI, sin embargo se determinó que si tiene efecto bactericida con mayor efecto en hojas que el tallo. Además, se determinó que una concentración de 12.5 mg/mL inhibe a los 4 microorganismos, siendo una alternativa para la población carente de asistencia social.

Conclusión: Los extractos alcohólicos de *Moringa oleifera* tienen efecto bactericida sobre *Vibrio cholerae* O1, *Salmonella entérica*, *Shigella flexneri* y *Escherichia coli*. Además, el micrométodo de Alamar Azul es un método más objetivo y determina la CMI de manera cuantitativa. **Palabras Clave:** *Moringa oleifera*, Alamar Azul.

Cuerpo académico UJE-CA-125 Bacteriología Médica Diagnóstica y Salud Pública

LGAC: Factores de virulencia y drogosensibilidad de las enfermedades infecciosas y Salud Pública

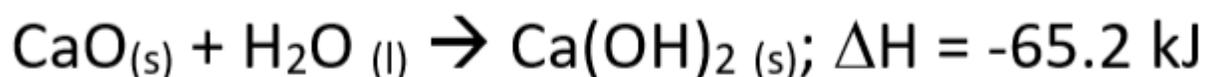
Nombre proyecto	Investigador responsable	
Perfil microbiológico de úlceras de pie diabético y actividad antimicrobiana	<p data-bbox="818 695 1104 722">Aurora Martínez Romero</p> 	
Identificación de fuentes de contaminación, una estrategia de saneamiento básico en la prevención de brucelosis humana		
Evaluación del efecto inhibitor y potenciador del plasma rico en plaquetas ante fármacos en microorganismos nosocomiales y su correlación con resistencia a fármacos		
Aplicación del árbol de neem en agricultura, industria, medicina y ambiente: una revisión.		
Diagnóstico de brucelosis caprina por serología y PCR múltiple		
Aislamiento de Mycobacterium abscessus en un paciente con afección cutánea		
Asociación entre el fenotipo del sistema sanguíneo ABO y leucemias		
Análisis de los factores de crecimiento y su efecto inhibitor en microorganismos de importancia clínica	<p data-bbox="812 1360 1114 1388">José de Jesús Alba Romero</p>  	
Aislamiento e identificación de Aeromonas productoras de biopelícula en peces del río Nazas		
Aislamiento e identificación de microorganismos nosocomiales más frecuentes y análisis de sus factores de virulencia		
Análisis de expresión de los genes que codifican para bombas de expulsión y su correlación con resistencia a fármacos de primera y segunda línea por el método de azul de alamar en cepas de micobacterias		
Análisis de los genes lasI/lasR y rhlI/rhlR como reguladores de transcripción de los factores de virulencia dependientes del Quorum sensing y su correlación a fármacos en cepas de Pseudomana aeruginosa aislada de pacientes hospitalizados		
Evaluación de los métodos para el diagnóstico de salmonelosis por ELISA y aglutinación en pacientes crónicamente expuestos		
Determinación de Plomo (Pb) y Arsénico (As) en cápsulas de gelatina dura y blanda para uso farmacéutico	<p data-bbox="802 1728 1122 1755">Sandra Hernández González</p> 	

Problema de fisicoquímica

Erick Sierra Campos¹ y Mónica Andrea Valdez Solana¹

Facultad de Ciencias Químicas GP, Universidad Juárez del Estado de Durango.
Email: ericksier@gmail.com; valdezandyval@gmail.com

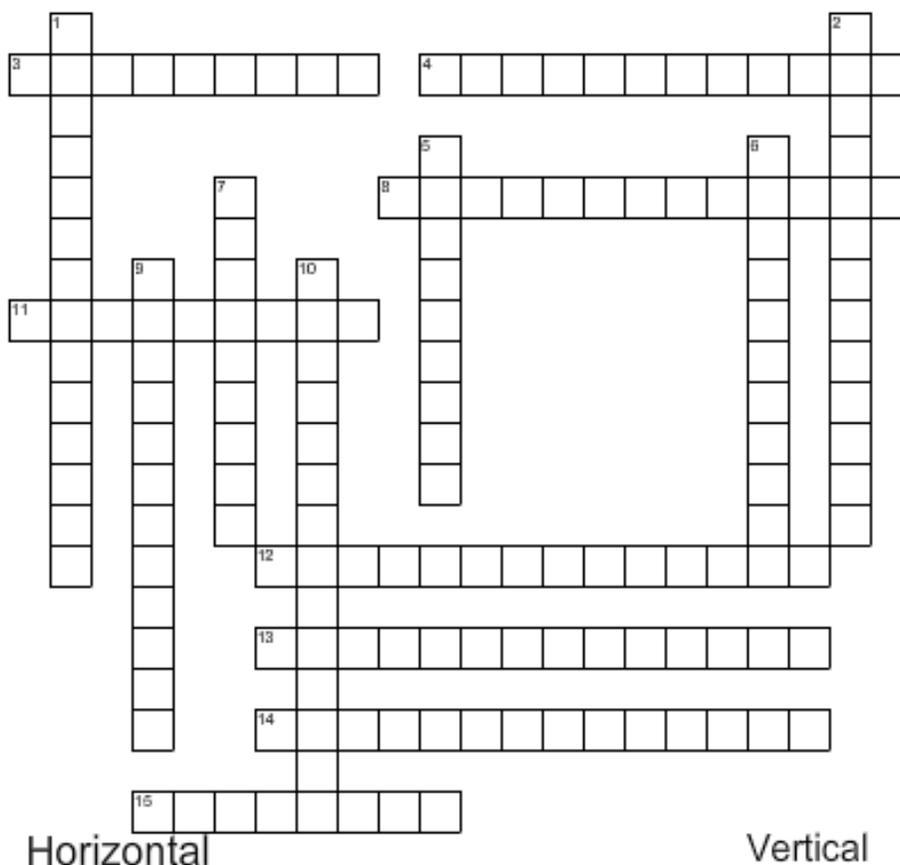
El óxido de calcio (cal viva) reacciona con agua para producir hidróxido de calcio (cal apagada).



El calor liberado por esta reacción es suficiente para encender papel. ¿Cuánto calor se libera cuando reaccionan 24.5 g de óxido de calcio?

Envía tu respuesta a las direcciones de correo electrónico que aparecen en la parte superior y la respuesta correcta aparecerá en el siguiente volumen de la revista. No olvides anotar tus datos completos y anexar los cálculos completos de tu respuesta.

Analisis Instrumental



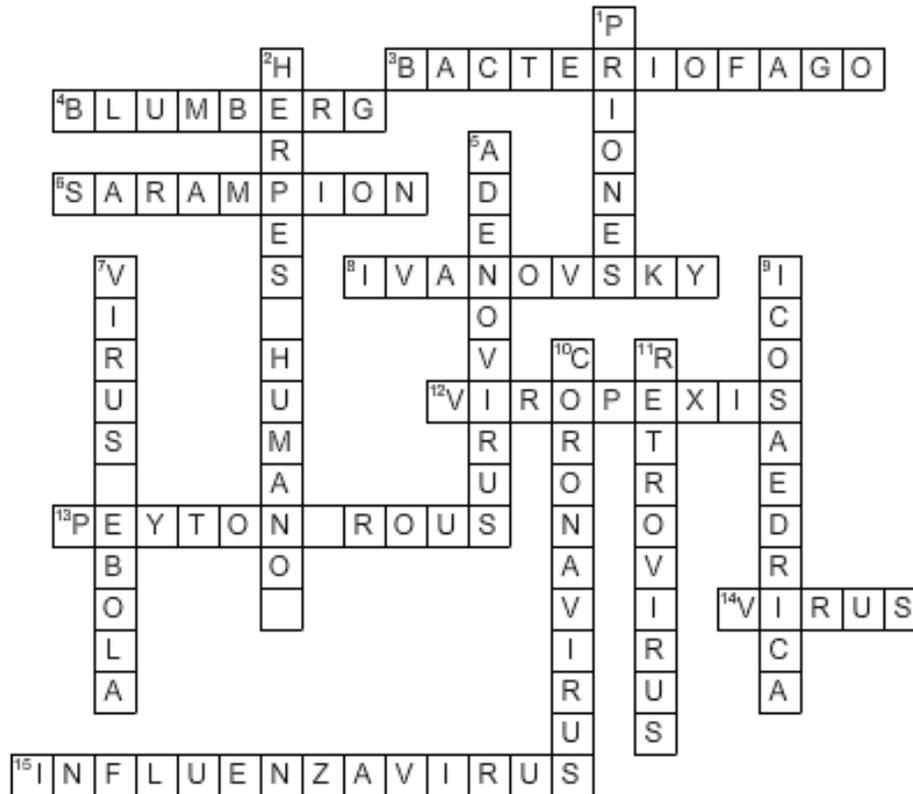
Horizontal

Vertical

1. Junto con Robert Bunsen establecieron las bases de la espectroscopia
2. Procesador de señales de un instrumento
3. Utiliza una fotocelula como transductor de entrada y filtro de vidrio como fuente de energia
4. Metodo instrumental que mide corriente electrica
5. Descripeion mas especifica de un metodo
6. Cuando pasa un haz de luz monocromatica a traves de un medio transparente la intensidad de la luz transmitida
7. Se utiliza como parametro de calidad de la precision
8. Instrucciones generales escritas para aplicar un metodo
9. Capacidad de un metodo o instrumento de diferenciar pequeñas cantidades en las concentraciones de un
10. Editor de la primera revista dedicada a la Quimica Analitica
11. Capacidad del metodo de producir resultados directamente proporcionales a la concentracion del
12. Cuando pasa un haz de luz monocromatica a traves de un medio transparente la intensidad de la luz transmitida
13. Permite aislar particulas y determinar propiedades físicas como la velocidad de sedimentacion o el peso
14. Establecio las leyes de la electroquimica
15. Capacidad del metodo para no ser afectado por pequeños cambios deliberados en sus parametros

Respuesta al Crucigrama del número anterior

Virologia



Horizontal

3. Virus con la capacidad de infectar células exclusivamente bacterianas
4. Descubrió el virus de la hepatitis B y desarrolló una vacuna
6. Perteneciente a la familia de Paramixoviridae
8. Demostró la enfermedad del mosaico en el tabaco
12. Es el mecanismo más común de penetración de los virus
13. Considerado el padre de la virología tumoral
14. Partículas submicroscópicas de material genético contenido en una capsida de proteínas
15. Perteneciente a la familia Orthomyxoviridae

Vertical

1. Partículas proteínicas que pueden causar scrapie en las ovejas
2. Causante del sarcoma de Kaposi
5. Causantes de episodios diarreicos y alrededor de 4 millones de muertes por gastroenteritis infecciosas
7. Ejemplo de la familia Filoviridae con RNA de sentido negativo
9. Una de las estructuras virales
10. Pueden ser agentes causales de SARS
11. Virus que contiene RNA de sentido positivo como material genético y produce SIDA

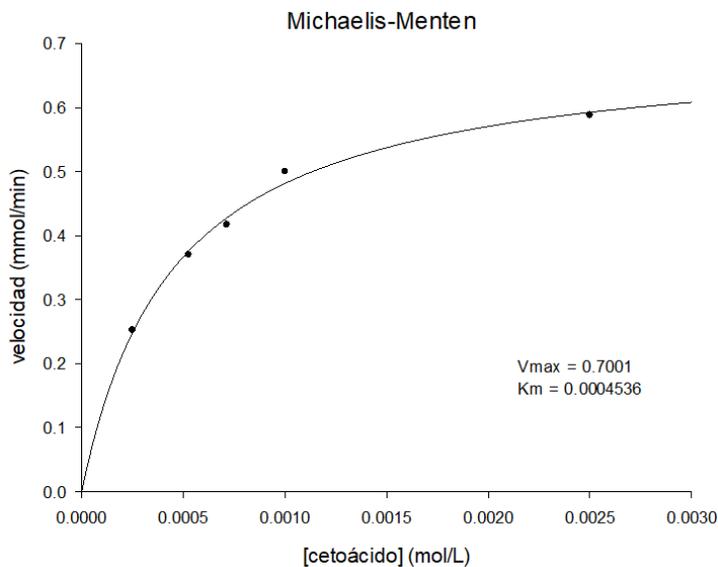
Respuesta al problema bioquímico

Erick Sierra Campos¹ y Mónica Andrea Valdez Solana¹

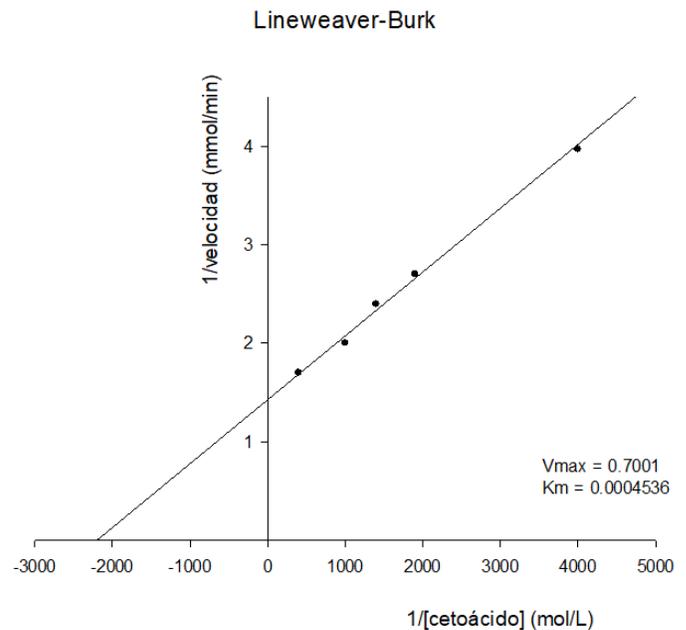
Facultad de Ciencias Químicas GP, Universidad Juárez del Estado de Durango. Email: ericksier@gmail.com; valdezandyval@gmail.com

La descarboxilación enzimática de un cetoácido (sustrato) muestra las siguientes velocidades iniciales para las concentraciones que se citan:

[Cetoácido] (M)	V ₀ (μmoles CO ₂ /2min)	A partir de estos datos calcular gráficamente la V _{máx} y la Km de esta reacción enzimática.
2,500 × 10 ⁻³	0.588	Para obtener la curva de Michaelis – Menten se grafican las velocidades iniciales contra la concentración de sustrato. De este grafico se obtienen tanto la V _{máx} como la Km aparentes.
1,000 × 10 ⁻³	0.500	
0.714 × 10 ⁻³	0.417	
0.526 × 10 ⁻³	0.370	
0.250 × 10 ⁻³	0.252	



Para poder obtener los datos reales de V_{máx} y K_m se procede a graficar los recíprocos de las velocidades iniciales contra los recíprocos de la concentración de sustrato con la finalidad de linearizar la curva de Michaelis–Menten. En este grafico se obtienen los valores reales al tomar los valores donde se interseca la línea con los ejes X y Y, al sacar los recíprocos de estos. Esto debido a que en el eje de las X obtenemos 1/K_m y en el interseco con el eje Y se obtiene 1/V_{máx}.





La Universidad Juárez del Estado de Durango

Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio

a través de la
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Convoca

A todas las personas interesadas de México, egresadas de las carreras de Químico Farmacéutico Biólogo, Ingeniero Químico en Alimentos, Medicina, Biología, Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica, Agronomía, Ecología, Biotecnología entre otras áreas afines; que tengan conocimientos en el área de química, biología y estadística, destreza en el manejo de instrumental de laboratorio, habilidades orales y escritas, así como conocimientos del idioma inglés y habilidades en el uso de herramientas informáticas, que tengan capacidad emprendedora así como, interés en la investigación, creatividad, disciplina y con visión holística, para participar en el proceso de admisión a la:

Maestría en Ciencias Químicas

Líneas de Investigación:

- ✓ Desarrollo e innovación de los alimentos
- ✓ Bases Bioquímicas y moleculares de la salud Ambiental

Opciones terminales:

- ✓ Ciencia y Tecnología de los alimentos
- ✓ Ciencias Bioquímicas

Fechas importantes.

1ª Etapa:

- Fecha límite para entrega de solicitudes y papelería: 12 de abril

2ª Etapa:

- Curso propedéutico el 23 de abril al 15 de junio
- Evaluación Psicométrica:
 - ✓ Entrevista: 11 – 18 de mayo
 - ✓ Examen: 4 de junio
- Examen de conocimientos: 16 de abril
- EXANI III el 09 de junio

3ª Etapa:

- Presentación de proyecto, trabajo de tesis o artículo
- Entrevista con comité de selección: 21 y 22 de junio
- Publicación de resultados el 4 de julio
- Inscripciones nuevo ingreso: 6 de agosto
- Plática de inducción: 6 de agosto 2018
- **Inicio de clases el 13 de agosto 2018**

*Padrón Nacional
de Posgrados
de Calidad*



Requisitos para ficha.

- Copia de acta de nacimiento con formato nuevo
- Copia del certificado de licenciatura o constancia de estudios con calificaciones y promedio mínimo de ocho
- Copia notariada de título o acta de examen profesional
- CV con documentos probatorios
- 2 fotografías tamaño credencial
- CURP
- RFC
- Credencial de elector IFE o INE
- 2 cartas de recomendación de investigadores consolidados
- Recibo de pago de ficha

Mayores informes:

Dra. Ruth Elizabeth Alanis Bañuelos

posgradofcggp@ujed.mx

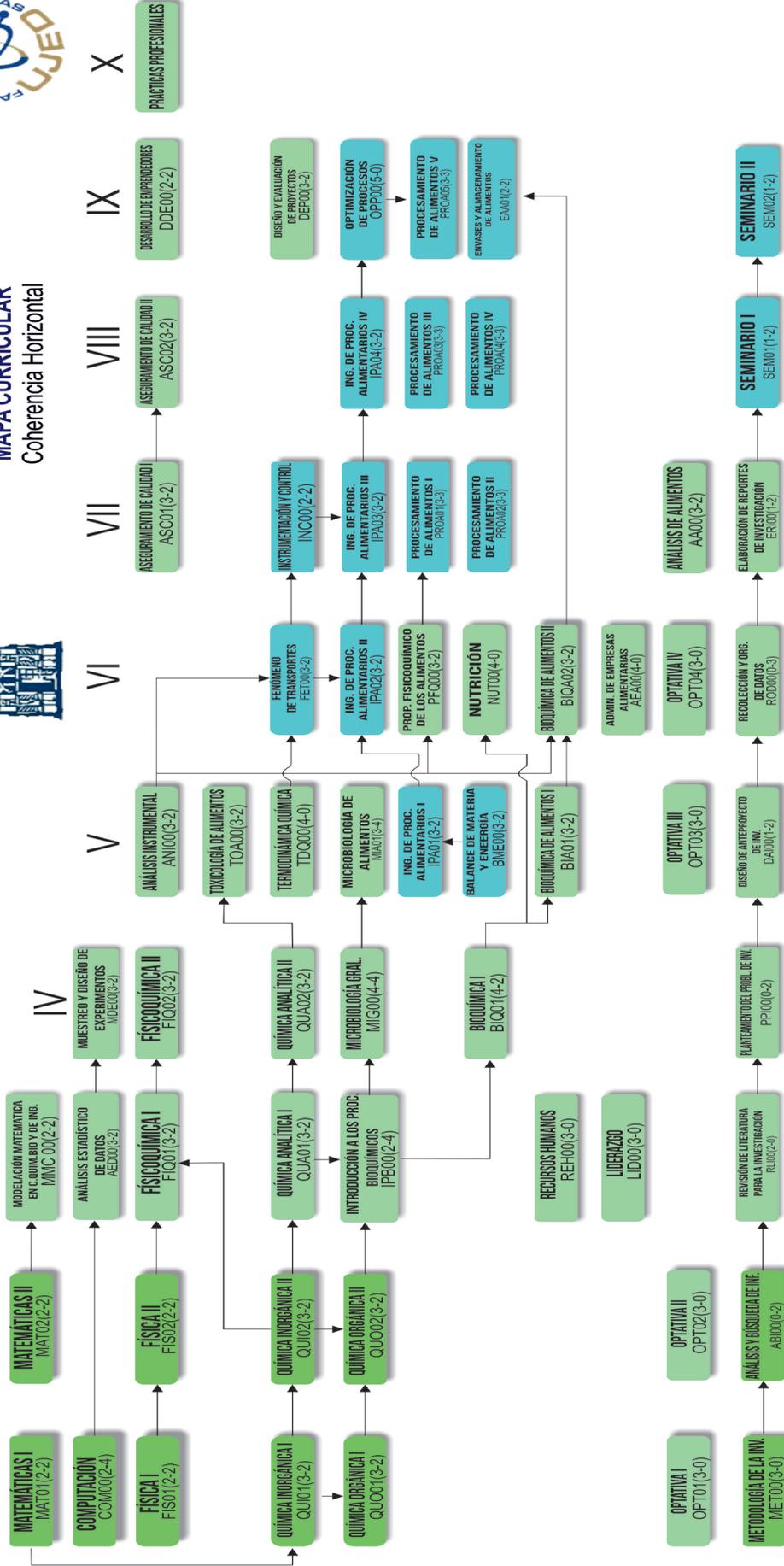
Tel: (871) 7158810 ext. 118

Pág. Web: www.fcggp.ujed.mx



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	23	16	39	20	13	33	18	16	34	13	12	25	16	11	27	0	600	12
												8 CREDITOS			10 CREDITOS 4 CREDITOS			12 CREDITOS								



REMDIS (fcqgp.ujed.mx)

ISSN: 2594-1445

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

Teléfono (871) 715 8810 FAX (871) 715 2964

e-mail: editorremdis@gmail.com