

CONSC

REVISTA DEL SILADIN
CIENCIA

www.cch-naucalpan.unam.mx

Revista semestral
Número 6
Octubre 2019

Efecto de la ausencia del $\text{Ca}(\text{NO})_2$ en lechuga

(*Lactuca sativa* variedad *Butter Crunch*) en un
sistema hidropónico NFT

Extracción del ADN

(ácido desoxiribonucleico) de frutos de kiwi y
fresa, realizado en los laboratorios curriculares
del Plantel.

Proyector de gota:

un ejemplo de investigación teórico experimental

SILVIA ELENA ARRIAGA FRANCO / GUADALUPE MENDIOLA RUIZ / ENRIQUE ZAMORA ARANGO /
LIMHI EDUARDO LOZANO VALENCIA / JOSÉ LIZARDE SANDOVAL



Dr. Enrique L. Graue Wiechers

Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

Secretario de Desarrollo Institucional

Mtro. Javier de la Fuente Hernández

Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria

Dra. Mónica González Contró

Abogada General

Mtro. Nestor Enrique Martínez Cristo

Director General de Comunicación Social



Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz

Directora

Dr. Benjamín Barajas Sánchez

Biól. Gustavo Alejandro Corona Santoyo

Q.B.P. Taurino Marroquín Cristóbal

Ing. Ezequiel Camargo Torres

Biól. José Lizarde Sandoval

M. en C. Limhi Eduardo Lozano Valencia

Consejo Editorial

Biól. Angélica Galnares Campos

Editores

Mtro. Keshava Quintanar Cano

Coordinador editorial y corrección de estilo

José Alberto Hernández Luna

Corrección de estilo

D.G. Reyna I. Valencia López

Diseño Editorial

Mtro. Édgar Mena

Jefe del Dpto. de Impresiones



Dr. Benjamín Barajas Sánchez

Director General



Mtro. Keshava Quintanar Cano

Director

Mtro. Ciro Plata Monroy

Secretario General

Ing. Reyes Hugo Torres Merino

Secretario Académico

Mtra. Angélica Garcilazo Galnares

Secretaria Docente

Mtra. Rebeca Rosado Rostro

Secretaria de Servicios Estudiantiles

I. Q. Carmen Tenorio Chavez

Secretaria Técnico del Siladin

Mtra. Verónica Berenice Ruíz Melgarejo

Sria. de Cómputo y Apoyo al Aprendizaje

C.P. Ma. Guadalupe Sánchez Chávez

Secretaria de Administración Escolar

Damián Feltrín Rodríguez

Srio. de Atención a la Comunidad

Lic. Diana Lucía Contreras Domínguez

Oficina Jurídica

L. D.G. Reyna I. Valencia López

Coordinación de gestión y planeación



Presentación	
<i>Dr. Benjamín Barajas Sánchez</i>	05

BIOLOGÍA

Efecto de la ausencia del Ca(NO)_2 en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> variedad Butter Crunch) en un sistema hidropónico NFT	06
<i>Silvia Elena Arriaga Franco</i>	

Extracción del ADN (ácido desoxiribonucleico) de frutos de kiwi y fresa, realizado en los laboratorios curriculares del Plantel.	15
<i>Guadalupe Mendiola Ruiz</i>	

Observación de la heterocromatina y micronúcleos en células epiteliales de la mucosa oral en humanos, fumadores de tabaco, no fumadores y fumadores de tabaco y fumadores de Cannabis.	22
<i>José Lizarde Sandoval</i>	

Efecto de los extractos vegetales de tepozán <i>Buddleja cordata</i> y <i>Grevillea robusta</i> sobre moscas <i>Drosophila melanogaster</i>	33
<i>José Lizarde Sandoval</i>	

FÍSICA

Proyector de gota: un ejemplo de investigación teórico experimental	41
<i>Enrique Zamora Arango</i>	

QUÍMICA

Comparación de la actividad de diferentes antiácidos comerciales como NaHCO_3 , en la reacción de neutralización de ácidos gástricos.	49
<i>Limhi Eduardo Lozano Valencia</i>	

El propósito de la revista CONSCIencia del SILADIN, es dar a conocer los artículos como resultado de la investigación experimental y estrategias didácticas que se realizan en los laboratorios de biología, física y química del SILADIN y de los laboratorios curriculares, de esta manera los alumnos y profesores pueden publicar las investigaciones que realizaron durante el ciclo escolar: que realizan investigación experimental y estrategias didácticas de los contenidos temáticos de los programas de estudio de las materias de biología, física y química. Así los autores, de los artículos, profesores y alumnos tendrán la oportunidad de que el trabajo que llevaron a cabo trascienda y lo conozcan otras generaciones y en otras instituciones.

Las investigaciones realizadas son de gran interés científico y de conocimiento general en las ciencias experimentales, para los lectores, estudiantes y profesores, como es el caso de los cultivos hidropónicos de la lechuga, la que se ve reflejada la producción de productos e la calidad de la planta, así como la extracción del ADN, aprendizaje que no puede faltar en los programas de Biología, que de manera sencilla se puede extraer en plantas y animales, o la evaluación la frecuencia de micronúcleos en las células epiteliales de la mucosa bucal de humanos, para determinar del daño genotóxico en estudiantes y adultos del CCH Naucalpan que se exponen al consumo, café y uso de Cannabis.

También investigaciones sobre el efecto de extractos de plantas que actuarían como control biológico, de insectos y el artículo el del manejo de residuos peligrosos en los laboratorios curriculares, que nos permite aumentar nuestra responsabilidad en el cuidado de la salud del ambiente y considerar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Otra investigación nos señala la comparación de los antiácidos gástricos con los antiácidos comerciales que contienen carbonato de sodio y el bicarbonato de sodio comercial y las diferencias del bienestar estomacal. En el artículo del análisis de la óptica geométrica, permite la investigación teórica experimental en física.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez



Efecto de la ausencia del $\text{Ca}(\text{NO})_2$ en lechuga (*Lattuca sativa* variedad *Butter Crunch*) en un sistema hidropónico NFT

Autor:

Silvia Elena Arriaga Franco ¹

selena.arri@gmail.com

1. Profesora Titular "B" de tiempo completo definitiva; con 38 años de experiencia como docente, ha elaborado diversos materiales didácticos para los alumnos, y libros para profesores; ha tenido más de 100 cursos de formación en la especialidad de Biología e Hidroponía, cinco diplomados y una especialidad en creatividad; ha sido jurado en diversos eventos académicos y pruebas de concurso, asesora de alumnos y profesores y ha participado en el Cincursio Universitario Feria de las Ciencias y en el Programa Institucional Jóvenes hacia la Investigación en Ciencias Naturales.

Introducción

La hidroponía es una técnica de cultivo de plantas sin tierra. La palabra hidroponía se deriva de los vocablos griegos *hidro* = agua y *ponos* = trabajo. Esta técnica procura el cuidado de la parte aérea y subterránea de la planta. Para cuidar la parte aérea se utiliza una cubierta en forma de invernadero que aísla a las plantas del medio externo y las protege de los cambios ambientales y de plagas. Para el cuidado de la parte subterránea se utilizan sustratos que proporcionan a la raíz las condiciones óptimas de humedad, nutrientes, temperatura, pH y oxigenación.

Las ventajas de los cultivos hidropónicos se ven reflejados en el aumento de la producción de productos de calidad, pues al proporcionar las condiciones ideales para que las plantas crezcan, se pueden obtener ciclos completos uno tras otro sin importar la estación del año y rendimientos superiores hasta 5 veces o más a los que se obtienen en campo abierto.

Existen al menos tres medios para el desarrollo de cultivos, los cuales son los siguientes: 1) medio sólido; 2) medio líquido y 3) medio gaseoso. Para el primero se usan suelos naturales como tezontle, arena, troncos, rocas, etc. Para el segundo se utiliza agua natural y las plantas se mantienen de los nutrientes que se le agregan al agua. En el tercero se utiliza la aeroponía, en donde el riego se hace directamente a la raíz por aspersión de la solución nutritiva.

El sistema Nutrient Film Technique (NFT) conocido también como película nutritiva, es un ejemplo de un medio líquido, usado frecuentemente para el cultivo de lechuga. Este es un sistema al que se le llama “cerrado”, pues la solución nutritiva se recicla constantemente lo que permite tener un mejor rendimiento en el uso del agua.

En general, las plantas que se cultivan en hidroponía se alimentan de una solución nutritiva que se prepara con fertilizantes que tengan una solubilidad mayor que los utilizados para el campo. Las investigaciones han demostrado que las plantas para su crecimiento y reproducción necesitan 16 elementos esenciales, de los cuales los llamados macronutrientes se usan en mayor cantidad (más de 40 ppm), que los micronutrientes (menos de 10 ppm). Los elementos macro son: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre, Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio. Los elementos micro son: Hierro, Manganeseo, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno, Cloro, Silicio, Aluminio; Cobre y Selenio. Los elementos son esenciales porque en ausencia de alguno de ellos, la planta no completa su ciclo de vida, tienen acción específica e insustituible en las reacciones químicas y están directamente implicados en el metabolismo de las plantas.

La solución nutritiva hidropónica (SNH) se prepara con fertilizantes comerciales que se pueden adquirir en las tiendas de agroquímicos. Se deben disolver las sales fertilizantes en agua para que la planta pueda tomar lo que necesita para su desarrollo. Al disolverse las sales forman iones y éstos son los que se absorben por medio de la raíz.

Para calcular la cantidad de cada elemento, se debe determinar las partes por millón (ppm). Una parte por millón (ppm) se refiere a una porción de cualquier elemento o sustancia en un millón de porciones de otra sustancia. Por ejemplo, 1 gr de nitrógeno en un millón de mililitros de agua (1000 litros), debido a que la densidad del agua tiene un valor de uno. Actualmente se está dejando de usar el concepto de partes por millón, expresándose como miligramos por litro (mg L^{-1}).

La disolución de fertilizantes le confiere a la solución una determinada conductividad eléctrica (CE). La CE es un estimador de la concentración total de sales y debe ser mantenida



a lo largo del cultivo. Las unidades de medición son mmhos/cm o mS/cm. El rango de CE requerido para un adecuado crecimiento del cultivo está entre 1.5 a 3.mS/cm y se interpreta de la siguiente manera:

- 1 mS/cm = indica que hay muy poco fertilizante en la solución
- 2 mS/cm = La solución nutritiva se acerca al límite, pero todavía se le puede agregar un poco de fertilizante
- 3 mS/cm = La solución nutritiva está en su límite superior y pueden aparecer efectos de fitotoxicidad

El pH determina la absorción de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica de la planta. El rango óptimo de pH está entre 5.0 y 6.8, y es donde se absorben la mayoría de los iones a través de la raíz. Por lo tanto, medir el pH de la solución nutritiva hidropónica (SNH) es importante para saber si cumple con estos valores.

Se ha observado que a falta de alguno de los elementos esenciales, las plantas presentan síntomas de deficiencia en su desarrollo. Éstos están relacionados con la concentración baja de un elemento en la solución nutritiva, o bien, si el elemento está presente en una forma quí-

mica que la planta no pueda utilizar. A veces la presencia de un determinado elemento a una determinada concentración puede impedir la absorción de otro. Este desorden nutricional lo muestran las plantas por medios de cambios de color, manchas y necrosis en las hojas denominadas fisiopatías¹, poco crecimiento de la planta, etc. Por ejemplo, la falta de magnesio se manifiesta porque las hojas más viejas tienen rayas amarillas entre las venas; mientras que la falta de calcio produce la muerte retrógrada de los puntos de crecimiento y las hojas jóvenes son amarillas y arrugadas². Además, el calcio actúa como elemento estructural en la formación de nuevas células en el funcionamiento de las membranas celulares, interviniendo como catalizador en la síntesis de enzimas. También neutraliza la acidez de los jugos celulares y activa la eliminación de agua al aumentar la transpiración. A pesar de que el calcio es un elemento poco móvil, es un macro elemento esencial en la planta y se acumula en las hojas viejas³. El calcio se acumula más en las hojas exteriores, dando valores crecientes que van desde 0.67% hasta 2.40 %.

El “tipburn” es un desorden fisiológico que se presenta a veces en la lechuga, destacándose en la lechuga iceberg y que en algunos casos puede ser limitativo de la producción (Maroto, 1987; citado por Rincón Sánchez). El “tipburn” se caracteriza por la formación de necrosis en el borde de las hojas y ápice de la planta, estando asociado a bajas concentraciones de calcio en los órganos afectados, debido a un insuficiente transporte a los órganos de crecimiento, motivado por baja absorción de las raíces y deficiente traslocación en la planta exclusivamente por vía xilema, dificultando el paso de las hojas de

1. Rincón Sánchez, Luis Fernando (2008) op cit, pág. 121

2. Purves, William K. (2003). **Vida: la ciencia de la Biología**. Sexta edición, España, Editorial Médica Panamericana, página 635

3. Rincón Sánchez Luis Fernando (2008). **La fertirrigación de la lechuga**. España, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), pág. 85

mayor transpiración (hojas exteriores) donde se acumula a las hojas jóvenes (cogollo) (Rincón Sánchez, 2008). El “tipburn” se presenta más frecuentemente en los cultivos de invernadero, donde el desorden se presenta en las primeras fases de crecimiento, apareciendo cuando la planta tiene entre 7 y 9 hojas verdaderas, aunque es más frecuente la aparición de la fisiopatía en el inicio del acogollado.

En este trabajo se expone un experimento que se realizó con lechugas en un sistema hidropónico NFT y el objetivo fue demostrar que la falta de nitrato de calcio producía la aparición de “tipburn” en las plantas de lechuga⁴. El problema se planteó a manera de pregunta de la siguiente manera: ¿la falta de nitrato de calcio en la solución nutritiva hidropónica producirá la aparición de “tipburn” en las lechugas cultivadas en un medio hidropónico NFT? Se elaboró hipótesis que suponía que a falta de nitrato de

calcio, se produciría la presencia de “tipburn” en las planas de lechuga. De esta manera, se hizo el diseño experimental determinando los grupos testigo y experimental de la siguiente manera:

Grupo testigo. Fue aquél grupo de lechugas a las cuales se les proporcionó la solución nutritiva completa, con todos sus elementos.

Grupo experimental. Fue aquél grupo de lechugas a las que se les proporcionó una solución nutritiva con ausencia de nitrato de calcio.

- Variable dependiente. Las plantas de lechuga jóvenes.
- Variable independiente. El nitrato de calcio.

La fórmula de la solución nutritiva que utilizamos fue la misma que se prepara en el invernadero de cultivos hidropónicos de la Facultad de Ciencias a cargo del Profesor Antonio González Guzmán, y es la que contiene los siguientes compuestos:

4. Purves, op cit, pagina 635

Tabla de compuestos químicos para la solución hidropónica nutritiva completa

Compuesto	Cantidad en gramos para 450 litros de agua
Nitrato de calcio	450
Sulfato de magnesio	225
Nitrato de potasio	202.5
Fosfato monopotásico	99
Ácido cítrico	36
Micronutrientes	13.5
Brexil - Fe	4.5

Tabla de compuestos químicos para la solución hidropónica experimental

Compuesto	Cantidad en gramos para 450 litros de agua
Sulfato de magnesio	225
Nitrato de potasio	202.5
Fosfato monopotásico	99
Ácido cítrico	36
Micronutrientes	13.5
Brexil - Fe	4.5

Metodología y materiales

PRIMERA PARTE: INSTALAR EL ALMÁCIGO

1. Se perforaron 368 vasitos de repostería del No. 0 con un cautín Weller.



▼ Foto 1. Perforación de vasitos.

2. Se colocó en cada vasito una tira de tela marca Magitel de 3 cm de ancho x 20 cm de largo.



▼ Foto 2. Colocación de la tela en cada vasito.

3. Se colocaron 2 kilos de Peat moss en un recipiente de plástico y se humedeció con agua potable, procurando quitar los grumos con las manos.



▼ Foto 3. Llenado de vasitos con Peat moss

4. Se rellenó cada vasito con Peat moss y se colocaron en cuatro charolas Córdoba de 92 perforaciones.



▼ Foto 4. Siembra de semilla germinada.

5. Se colocó en cada vasito una semilla de lechuga y las cajas Córdoba se llevaron al almácigo del invernadero. Las cuatro charolas se conectaron a un sistema NFT y se dejaron durante cuatro semanas.



▼ Foto 5. Almacigo con plántulas de lechuga.

TRASPLANTE

6. Se prepararon 4 módulos, cada uno con 6 tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro y de 2 metros de largo y con 10 perforaciones cada uno, separadas 30 centímetros una de otra. Se sellaron las conexiones con cinta de aislar.



▼ Foto 6. Sellado de codos.

7. Se utilizaron 2 módulos para el grupo testigo y 2 para el experimental. Se llenaron los contenedores con su respectiva solución: completa para el grupo testigo y ausencia de nitrato de calcio para el experimental. Se instalaron las bombas para que el sistema NFT comenzara a funcionar.



▼ Foto 7. Contenedores llenos de solución hidropónica nutritiva

8. Se trasplantaron las lechugas pasando cada vasito del almácigo a los tubos de los cuatro módulos. Cada módulo contenía un total de 60 lechugas. Dos módulos se destinaron al grupo control y otros dos al experimental. Por lo que cada grupo tuvo 120 lechugas.



▼ Foto 8. Trasplante.

9. Se dejaron las lechugas por seis semanas más y se registraron los parámetros de temperatura y humedad con un higrómetro y se midió el pH de las soluciones con papel indicador de pH. Cada semana se llenaban los contenedores con su respectiva solución hidropónica nutritiva.



▼ Foto 9. Higrómetro

Resultados

Conductividad Eléctrica (CE). La conductividad del agua antes de preparar la solución nutritiva hidropónica fue de 585 ppm. La conductividad de la solución del grupo testigo fue de 2110 ppm y la del grupo experimental 1530 ppm. El pH en ambas soluciones fue de 6.0

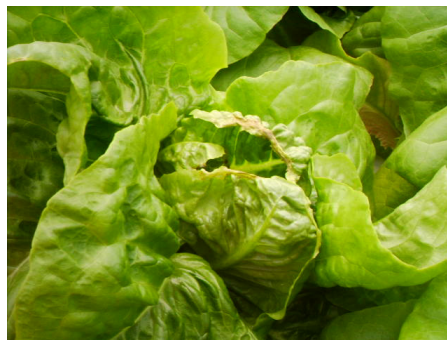
Presencia de tipburn. Se realizó un conteo de Las lechugas del grupo control presentaron el 5 % de tipburn, mientras que en el grupo experimental el 30 % de las plantas presentó esta enfermedad. Además, las hojas de las lechugas del grupo experimental tuvieron una consistencia quebradiza, mientras que las del grupo control se mantuvieron firmes y de buena consistencia. Las siguientes fotos muestran los resultados:.



▼ Foto 10. Medición de pH con papel indicador



▼ Foto 11. Lechuga del grupo control sana



▼ Foto 12. Lechuga del grupo experimental con tipbrun



▼ Foto 12. Módulo con el grupo control.



▼ Foto 14. Módulo del grupo experimental.

Análisis de resultados y conclusiones

Como puede observarse, la solución del grupo control fue mayor que en el grupo experimental. Esto se debe a que el grupo experimental no tenía nitrato de calcio. El pH no se modificó en las dos soluciones, por lo que las plantas tuvieron la misma asimilación de nutrientes. En el grupo experimental aumentó la presencia de tipburn, mientras que en el grupo control fue menor. Finalmente, la falta de calcio produjo hojas quebradizas en el grupo experimental a diferencia del grupo control. Por lo que se concluyó que la ausencia de nitrato de calcio produce hojas quebradizas y hace más sensibles a las lechugas para que se presente la enfermedad de tipburn.

Fuentes consultadas

- Fontanet, Xavi y Andreu Vila (2014). **Plagas y enfermedades en hortalizas y frutales ecológicos: Prevenir, identificar y tratar con métodos ecológicos**. España, La Fertilidad de la Tierra, 333 páginas.
- Huterwal, G. O. (2000). **Hidroponía: cultivo de plantas sin tierra**. Buenos Aires, Albatros, 251 páginas.
- Purves, William K. et al (2003). Vida: **La Ciencia de la Biología**. España- Colombia, Editorial Médica Panamericana, 1133 páginas.
- Resh, Howard M.(2001). **Cultivos hidropónicos**. Madrid, Mundi-Prensa. 558 páginas.
- Samperio Ruiz, Gloria (2004). **Un paso más en la hidroponía**, México, Diana, 360 páginas.
- Samperio Ruiz; Gloria (2009). **Hidroponía Básica**. México, Diana, 153 páginas.
- Samperio Ruiz, Gloria (2008). **Hidroponía fácil para jóvenes y no tan jóvenes**. México, Ed. Diana, 142 páginas.
- Samperio Ruiz; Gloria (2009). **Hidroponía comercial**. México, Ed. Diana, 172 páginas.
- Rincón Sánchez Luis Fernando (2008). **La fertirrigación de la lechuga**. España, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), 179 páginas.
- Urrestarazu Gavilán, Miguel (2004). **Tratado de cultivo sin suelo**. Madrid, Mundi-Prensa, 870 páginas.

Extracción del ADN

(ácido desoxiribonucleico)
de frutos de kiwi y fresa,
realizado en los laboratorios
curriculares del Plantel.

¹Guadalupe Mendiola Ruíz
gmendiolar@yahoo.com.mx

BIOLOGÍA



Resumen

La extracción del ADN es una actividad de laboratorio que no puede faltar en los aprendizajes de los estudiantes de las temáticas, *Naturaleza de la Diversidad Genética* (2003) o en Bases moleculares del metabolismo (2016) del Programa de Estudios de Biología III, por diferentes razones, como parte de los conocimientos básicos que deben tener los estudiantes de Bachillerato, independientemente que soliciten una Carrera de Diseño Gráfico, Ingeniería Civil, Ciencias de la Comunicación, Contaduría y con mayor razón si eligen la carrera de Médico Cirujano, Psicología, Biología o Ciencia Forense, son conceptos que actualmente en los medios se menciona, frecuentemente o para “aislamiento del ADN para identificar su parentesco entre familiares”, en los casos de criminología para identificar al infractor o para diferenciar dos especies de plantas, animales, microorganismos y en el hombre.

La técnica para la extracción del ADN es sencilla, se realizó con precisión, utilizando reactivos de bajo costo como el detergente en lugar del desoxicolato de sodio, etanol frío y el colorante anaranjado de acridina para observar los filamentos del ADN al microscopio. De esta manera los alumnos pueden diferenciar y comparar los filamentos obtenidos con la imagen del modelo de Watson y Crick, que realizaron como una actividad del laboratorio.

Palabras clave: ADN, nucleótidos, extracción del ADN, Modelo Del ADN de Watson y Crick

Introducción

El **ADN** se compone de moléculas llamadas nucleótidos. Cada nucleótido contiene un grupo fosfato, un grupo azúcar y una base de nitrógeno. Los cuatro tipos de bases de nitrógeno son la adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C). La trama de la vida se localiza en

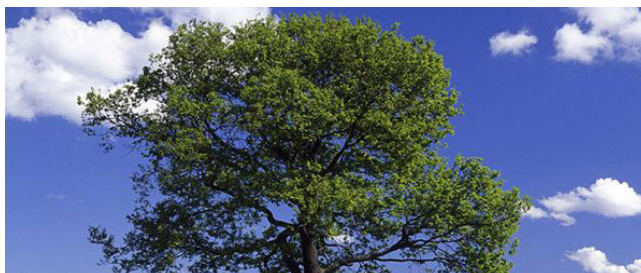


Fig. 1. Plantas, animales, invertebrado (erizo) y vertebrados: pez, puma y gorila. Fuente: www.aspormas.com, www.flores.ninja

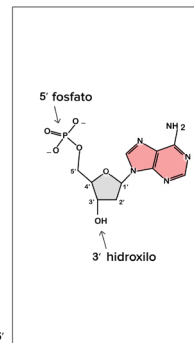
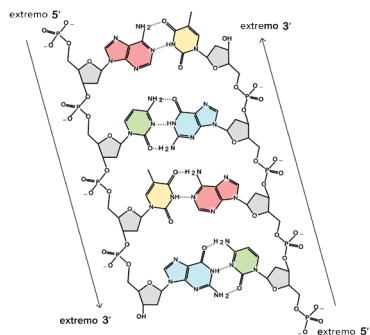
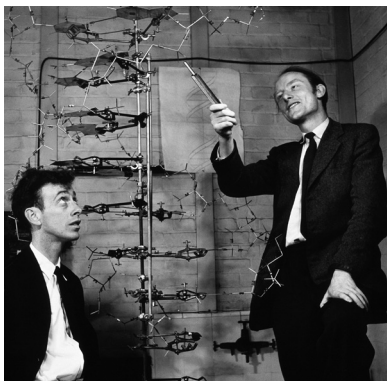


Fig. 2: Modelo de ADN de Watson y Crick.

Fuente: www.as.khanacademy.org, www.esmateria.com

el núcleo de la célula, los genes están en los cromosomas y éstos, a su vez, contienen el ADN, el que dirige la herencia, la cadena de instrucciones para la existencia y el comportamiento de las diversas especies Fig. 1, plantas, animales: erizos, peces, animales superiores entre ellas, la especie humana.

El ADN fue identificado inicialmente en 1868 por Friedrich Miescher, biólogo suizo, en los núcleos de las células del pus obtenidas de los vendajes quirúrgicos desechados y en el espermatozoide del salmón. Él llamó a la sustancia nucleína, aunque no fue reconocida hasta 1943 gracias al experimento realizado por Oswald Avery

El ADN es una pareja de largas cadenas de nucleótidos. La estructura de doble hélice del ADN fue descubierta en 1953 por James Watson y Francis Crick. Fig. 2. Una larga hebra de ácido nucleico está enrollada alrededor de otra hebra formando un par entrelazado. Dicha hélice mide 3,4 nm de paso de rosca y 2,37 nm de diámetro, y está formada, en cada vuelta, por 10,4 pares de nucleótidos enfrentados entre sí por sus bases nitrogenadas.

En las últimas dos décadas la humanidad ha dado el paso científico- técnico más impor-

tante, la ingeniería genética, que consiste en la manipulación del ácido desoxirribonucleico o ADN. Siendo el ADN quien lleva la información necesaria para dirigir la *síntesis de proteínas*, la *replicación* y las *mutaciones*, por lo que los científicos obtuvieron en 1962 el Premio Nobel de Medicina por su trabajo.

Cada molécula de ADN está constituida por dos cadenas o bandas formadas por un elevado número de compuestos químicos llamados nucleótidos. Estas cadenas forman una especie de escalera retorcida que se llama doble hélice. Cada nucleótido está formado por tres unidades: una molécula de azúcar llamada desoxirribosa, un grupo fosfato y uno de cuatro posibles compuestos nitrogenados llamados bases: Bases purinas, adenina (abreviada como A), guanina (G), y bases pirimidinas, timina (T) y citosina (C), Fig. 3. La molécula de desoxirribosa ocupa el centro del nucleótido, unida por un grupo fosfato a un lado y una base al otro.

El grupo fosfato está a su vez unida a la desoxirribosa del nucleótido adyacente de la cadena. Estas subunidades enlazadas desoxirribosa-fosfato forman los lados de la escalera; las bases están enfrentadas por parejas, mirando

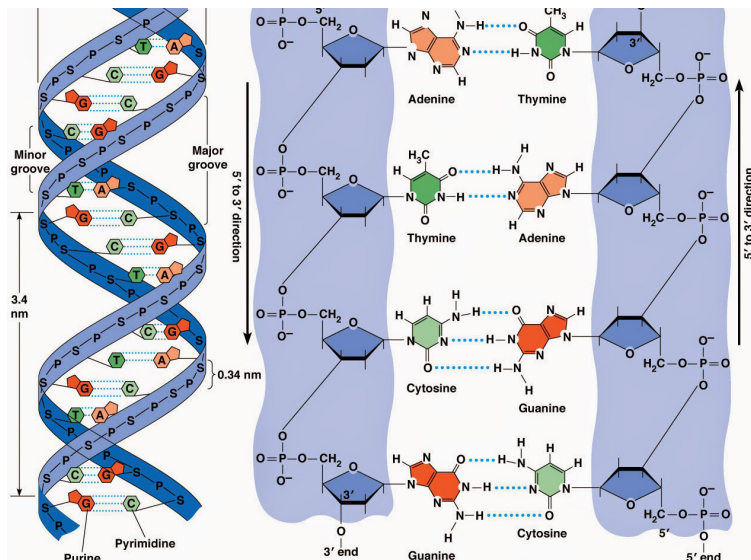


Fig. 3. La doble hélice de ADN, nucleótido con bases purinas y nucleótido de bases pirimidinas. Fuente: www.cienciasdejoseleg.blospot.com

hacia el interior, las bases complementarias se unen entre sí por enlaces químicos débiles llamados puentes de hidrógeno y forman los travesaños. Debido a la afinidad química entre las bases, los nucleótidos que contienen adenina se acoplan siempre con los que contienen timina, y los que contienen citosina con los que contienen guanina.

Actualmente debido a las nuevas técnicas de investigación permiten la definición de estructuras y mecanismos moleculares que son responsables de procesos tan complejos tales como el crecimiento, el metabolismo, división y diferenciación celular. El ADN nuclear está en forma de doble hélice plegado formando un complejo de proteínas para formar las hebras cromosómicas de aproximadamente de 100-200 nm de diámetro.

El ADN de los cromosomas esta estrechamente empaquetado y asociado con proteínas histonas y no histonas, Fig. 4.

La aplicación de la Ingeniería genética tiene numerosas aplicaciones en campos muy diversos, que van desde la medicina hasta la industria.

La ingeniería genética requiere del aislamiento del ADN, lo que ha permitido mediante técnicas moleculares se pueden estudiar los organismos a nivel de ADN, con marcadores moleculares que faciliten la separación de material puro para llevar a cabo análisis químico, genético y biológico.

Los objetivos de la estrategia didáctica para la extracción del ADN en los laboratorios curriculares considerada para que los alumnos la lleven a cabo, son los siguientes:

- Realizarán la técnica de extracción de ADN con el fruto de kiwi y fresas.
- Diferenciarán entre el modelo del ADN y la imagen del ADN observada en el microscopio, obtenido del kiwi y fresa.
- Comprenderá que esta técnica, es solamente el inicio de la investigación científica en la genética humana y en el mejoramiento de las plantas.

La extracción de ADN requiere una serie de etapas básicas:

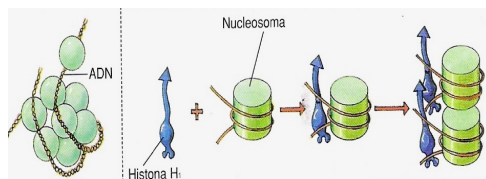
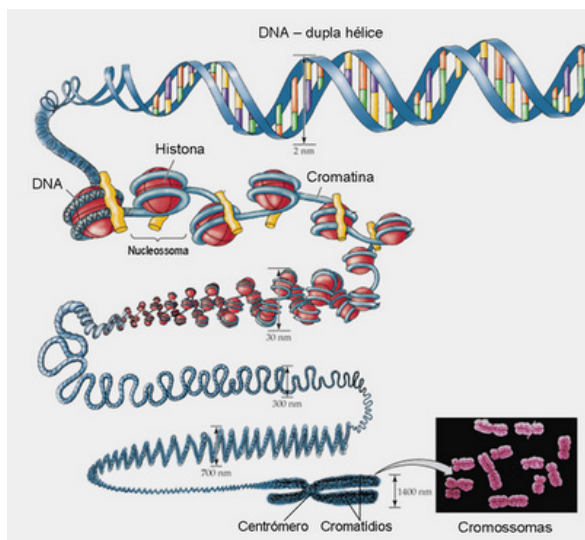


Fig. 4: Componentes estructurales del ADN de células eucariontes. Fuente: www.diccionariosaude.com

En primer lugar tienen que romperse la pared celular y la membrana plasmática para poder acceder al núcleo de la célula.

Debe romperse también la membrana nuclear para dejar libre el ADN.

Hay que proteger el ADN de enzimas que puedan degradarlo y para aislarlo hay que hacer que precipite en alcohol.

Agregar el desoxicolato de sodio el que puede ser sustituido por detergente (líquido o en polvo: axión o roma), permite con la acción de la licuadora, romper la pared celular y las membranas plasmática y nuclear.

El alcohol se utiliza para precipitar el ADN que es soluble en agua pero, cuando se encuentra en alcohol se desenrolla y precipita en la interfase entre el alcohol y el agua.

Para llevar a cabo la extracción, se muele en una licuadora la mitad del fruto de kiwi sin la cáscara con 5 mililitros de agua destilada, a través de una coladera de plástico separar el líquido a una probeta graduada de 50 mililitros y se le añaden 20 mililitros de desoxicolato de sodio, se puede sustituir con un detergente líquido, agitando la mezcla suavemente con la

varilla de vidrio. Incorporan 20 mililitros de etanol frío al 96 % (por lo menos 8 horas antes debe permanecer en el refrigerador Fig. 5, se tomó una muestra las que quedan adheridos al agitador de vidrio, con la aguja de disección se tomaron unos filamentos, que es el ADN.

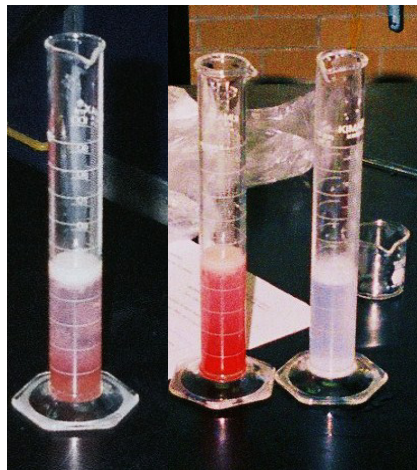
Los filamentos se colocaron en un porta objetos y se añaden de 2 a 3 gotas del colorante anaranjado de acridina, se cubre con el cubreobjetos, Fig. 6, y se observa al microscopio de contraste de fases.

En el laboratorio, los alumnos durante la actividad de la extracción del ADN a partir de frutos de kiwi y fresa, compararon la estructura del ADN, del Modelo de Watson y Crick, que revisaron previamente en otra sesión, con la estructura filamentosa que presenta el ADN, resultado de la técnica de extracción, está estructura es muy diferente al modelo, sin embargo, esto les permitió a los alumnos tener una idea más cercana de lo que correspondería el ADN.

La importancia de esta actividad de laboratorio es que los estudiantes comprendieron que la extracción del ADN de cualquier organismo



Fig. 5. DNA en una probeta graduada.
Fuente propia, grupo 579 de Biología III.



es solamente la fase inicial del procedimiento del estudio del ADN y que las siguientes fases no se pueden realizar por falta de reactivos y el equipo de electroforesis.

La extracción del ADN en los frutos de kiwi y fresa en los laboratorios curriculares, se realizó con los alumnos el grupo 579 de la asignatura de Biología III.

Conclusiones

Al llevar a cabo la técnica de extracción del ADN, les permitió a los estudiantes tener una idea más cercana de los filamentos obtenidos del tejido vegetal y contrastar y diferencias con el modelo de Watson y Crick. Por tal motivo se consideró que los objetivos planteados se cumplieron en esta estrategia didáctica además, se cumplieron los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales de la temática: *Naturaleza de la Diversidad Genética (2003)* o en *Bases moleculares del metabolismo (2016)* del Programa de Estudios de Biología III.

Así los filamentos de ADN, se pueden obtener también a partir de tejidos animales como hígado de pollo o ternera o a partir de tejido vegetal en chícharos, pasto, kiwi o fresas. Además, comprender que solamente corresponde a solo una fase inicial de la determinación no solamente para extracción del ADN y de la variación genética entre especies, identificación de los individuos de una población o el del manejo de la criminalística.

Finalmente, esta actividad de laboratorio es considerada sencilla y el tiempo de duración es de 1 hora con 40 minutos, siguiendo el protocolo asignado por el profesor, y con la participación de 4 a 5 alumnos por equipo.

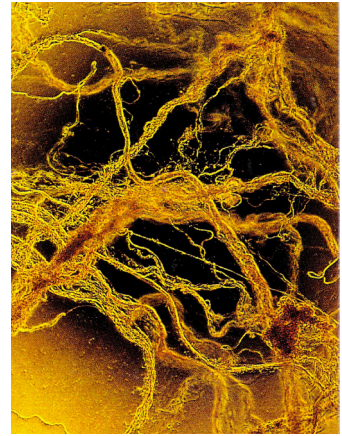
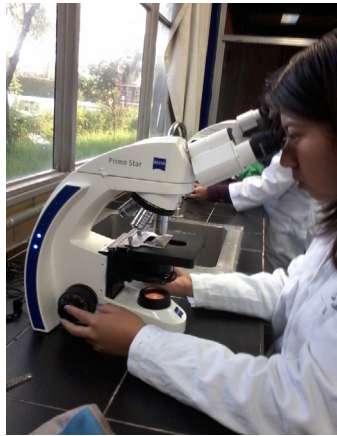
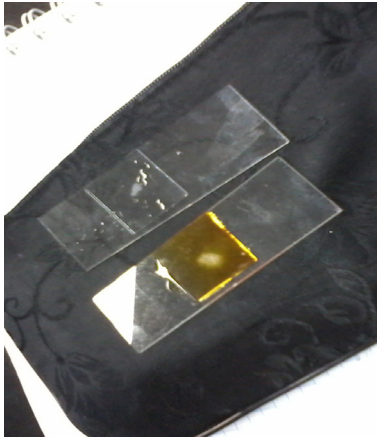


Fig. 6. Vista al microscopio de los filamentos del ADN. Fuente: Propia, grupo 579 de Biología III.

Fuentes de consulta

ARAMBARRI, R.G., López, M. R., Médicis de Vélez, A., Rodríguez, A. A. y Torres, J.J. Paquete Didáctico de Genética para Biología I y II, Laboratorio LACE, SILADIN. CCH- Oriente, UNAM.

AUDESIRK, Teresa, G. Audesirk y Bruce Byres(2008). Biología. Ciencias y Naturaleza. México Pearson

BIGGS, et al.(2012). Biología. La dinámica de la vida. Editorial, McGraw-Hill Interamericana.

www.diccionariosaude.com

www.cienciasdejoseleg.blospot.com

www.amazon.com

www.youtube.com

www.as.khanacademy.org, www.esmateria.com



Observación de la heterocromatina y micronúcleos

en células epiteliales de la mucosa
oral en humanos: fumadores de
tabaco, fumadores de cannabis y no
fumadores.

Asesor. Lizarde Sandoval José,
Laboratorio CREA, Biología SILADIN. CCH Nauralan. UNAM
lizard_san@hotmail.com

Alumnos.
Blas Ortega Alondra,
Santiago Sánchez Lissette Merari



RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la frecuencia de micronúcleos en células epiteliales de la mucosa bucal de humanos, para determinar el daño genotóxico como una indicación de ruptura cromosómica o interferencia en la mitosis, en estudiantes y adultos del CCH Naucalpan, que se exponen al consumo de tabaco, café y uso de *Cannabis*. Se obtuvieron muestras de alumnos y profesores. Un grupo fue de alumnos que fuma cigarros y fuma *Cannabis* y otro grupo que no tenía la adicción de fumar, uno más que tenían como hábito el fumar cigarros, el mismo proceso se realizó con sujetos adultos que no tenían el hábito de fumar y los que tenían sí fumaban. Las células de la mucosa bucal se tiñeron mediante la técnica de tinción de Giemsa. Los resultados del estudio mostró que el consumo de sustancias adictivas como el fumar cigarros y fumar *Cannabis* tiene un efecto en el organismo, se obtuvo daño nuclear en las células de la mucosa bucal, se encontró que mientras más jóvenes, mayor es el daño.

Palabras Clave: *Daño genotóxico, ruptura cromosómica, consumo de tabaco, micronúcleos, células bucales, consumo de sustancias adictivas.*

Introducción.

La cavidad oral representa un reflejo de la salud del individuo, la mucosa que recubre la boca se han observado cambios indicativos de enfermedad, además permite identificar efectos locales de tabaco o alcoholismo, puede revelar condiciones sistémicas, como la diabetes o la deficiencia vitamínica. La mucosa oral es el punto de contacto con muchos agentes potencialmente peligrosos. La mucosa oral representa una barrera protectora para potenciales carcinógenos que, al ser metabolizados,

generarían múltiples metabolitos reactivos; este tejido protege al resto del organismo evitando que estos compuestos penetren a otros órganos, sin embargo, al estar expuesta a estos agentes, la mucosa es susceptible de sufrir daño. Otra característica que impulsa a utilizar este tejido como objeto de estudio es que este epitelio cuenta con una capacidad especial proliferativa, lo que permite que la población celular se mantenga constante; no obstante, esta particularidad lo vuelve más vulnerable a lesiones producidas en el ADN. Se considera que aproximadamente el 60% del total de la superficie de revestimiento oral es epitelio no queratinizado, lo que favorece la absorción de colorantes y facilita a la vez la observación e identificación de características morfológicas del núcleo y la membrana celular a través del microscopio, aunado a que los queratinocitos son células muy grandes con abundante citoplasma y núcleo bien definido y sin lobulaciones. (1)

Marco teórico.

La utilización de esta forma de biomarcador es una herramienta útil, en el monitoreo de daño genotóxico como una consecuencia de exposición ambiental, laboral o la ingesta y de sustancias adictivas, cigarro, café o uso de *Cannabis*. Sustancias que pueden utilizarse para la detección temprana de efectos secundarios de enfermedades crónicas degenerativas, como las cardiovasculares o neurodegenerativas, y envejecimiento precoz, puede ser utilizada también en estudios epidemiológicos. Los micronúcleos constituyen un biomarcador de efecto genotóxico ya que éstos son cuerpos extranucleares que se formaron durante la mitosis en la transición de metafase-anafase y pueden ser cromosomas completos rezagados por daño al uso mitótico (efecto aneuploidógeno), o bien fragmentos de cromosomas sin

centrómero (daño clastogénico); en cualquiera de los casos, no lograron incorporarse a ninguno de los núcleos de las células hijas. Los micronúcleos se pueden diferenciar unos de otros por su tamaño o la presencia del centrómero o cinetócoro. El conteo de los micronúcleos es llevado a cabo fácilmente en cualquier tejido que se divida celularmente, como en el epitelio de mucosa bucal. Específicamente, los micronúcleos observados en células exfoliadas de tejido epitelial se forman en las células de la capa basal que es donde se lleva a cabo la división celular; éstas migran a la superficie en el transcurso de cinco a 14 días, de tal suerte que el monitoreo de poblaciones mediante la observación de este tejido puede reflejar el daño ocurrido durante este tiempo.

Se han descrito anomalías nucleares que podrían ocurrir en procesos normales de diferenciación celular y son indicadores de daño al ADN, citotoxicidad y muerte celular; dichas modificaciones consisten en cambios en el tamaño, densidad y distribución de la cromatina. Estos cambios nucleares, pueden distinguirse de células normales, ya sea en el

citoplasma o en la morfología del núcleo; entre ellas se encuentran la cromatina condensada, cariorrexis, núcleo picnótico, cariólisis, núcleo lobulado, presencia de células con dos núcleos, llamadas células binucleadas.

Las anomalías se pueden distinguir de células normales por sus alteraciones, ya sea en el citoplasma o en la morfología del núcleo, entonces entre ellas se encuentran la cromatina condensada (**CC**), cariorrexis (**CR**), núcleo picnótico (**NP**), cariólisis (**CL**), núcleo lobulado o también llamado prolongación nuclear (**BE-NL**), y la presencia de células con dos núcleos, llamadas células binucleadas (**BN**). El mecanismo de formación o su significado biológico de cada una de estas anomalías no está muy bien esclarecido, sin embargo bajo condiciones patológicas (obesidad, artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, diferentes tipos del cáncer, problemas hematológicos como linfoma Inmunoblástico, leucemia aguda megaloblástica; linfoma Hodgkin, leucemia granulocítica crónica, anemia linfocítica, mieloma, múltiple, anemia trombocitopénica, púrpura trombocitopénica idiopática, leucemia linfocítica aguda,



entre otras) o de exposición (tabaco, alcohol, drogas, quimioterapia antineoplásica) se observan altas frecuencias.

En las células normales (**CN**), el núcleo esta uniformemente teñido, es redondo u oval, se distinguen de las células basales porque son de mayor tamaño, y el núcleo es más pequeño en relación al citoplasma. No contienen ningún otro cuerpo o estructura aparte del núcleo que contenga ADN, estas células son consideradas como células totalmente diferenciadas y no se observan divisiones celulares (ver figura No. 1).

Las células micronucleada (**CMN**), se caracteriza por la presencia de un núcleo principal y uno o más pequeñas estructuras nucleares denominadas MN. Un MN tiene la forma redonda o almendrada y mide entre $1/3$ y $1/16$ del núcleo principal, presenta la misma intensidad, textura y plano focal que el núcleo. Un MN es un fragmento o un cromosoma completo que al momento de la división celular no logra ser integrado a uno de los núcleos de las células hijas (figura No. 2).

La cromatina condensada (**CC**), estas células tienen núcleos intensamente teñidos, con regiones condensadas o cromatina agregada, con un patrón nuclear moteado o estriado, es evidente que la cromatina está agregando en algunas regiones del núcleo, mientras que se pierde en otras áreas, y algo característico es que la membrana nuclear aparentemente esta integra, cuando la condensación es extensa da la apariencia de un núcleo fragmentado, estas células al igual que las células en cariorexis terminan con la fragmentación del núcleo, lo que conlleva la desintegración eventual y algunas veces aparecen como estructuras similares a los MN, pero estas no deben de ser contabilizados como MN ya que su origen aun no es determinado, tal vez están en etapas tempranas de la apoptosis, pero no es concluyente (ver figura No. 3).

Cariorrexis (**CR**), presentan un núcleo que



se caracteriza por fragmentación nuclear además de que la membrana nuclear también esta fracturada o ausente. Estas células tal vez están pasando por una fase avanzada de apoptosis pero esto no ha sido probado, (ver figura No. 4).

Núcleo picnótico (**PN**), estas células se caracterizan por un núcleo pequeño, con alta densidad de material nuclear que es uniforme, pero intensamente teñido. El diámetro del núcleo es aproximadamente de $1/3$ del núcleo normal, el significado biológico es desconocido pero se piensa que estas células tal vez son una forma de muerte celular; sin embargo el mecanismo preciso sigue siendo desconocido. Se correlaciona con diferenciación y maduración de las células epiteliales (ver figura No. 5).

Células binucleadas (**BN**): Son células con dos núcleos en lugar de uno, usualmente los núcleos están muy próximos e incluso podrían hacer contacto, con morfología similar a un

núcleo normal, se forman la división celular tardía. Las consecuencias de que se encuentren células binucleadas son desconocidas, pero se piensa que es un evento que tiene lugar en dos etapas, en primer lugar ocurre la mitosis que dará origen a dos núcleos pero el citoplasma no se divide, en consecuencia, se forman una célula binucleada, misma que será eliminada si pertenece a un epitelio de revestimiento, pero si este fenómeno ocurre en una célula del epitelio basal o pertenece a otro tejido entonces ambos núcleos de la célula binucleada entraran en mitosis al mismo tiempo, los cromosomas de ambos núcleos quedarán incluidos en el mismo huso y son arrastrados juntos, en el momento de que la mitosis es completada habrá dos células con doble material genético cada una o bien una célula tetraploide, si se repite la interrupción de la citocinesis, (ver figura No. 6)

Cariolisis (CL), en estas células el núcleo está completamente vacío de ADN y por lo tanto no tienen núcleo, es probable que representen una fase muy avanzada en el proceso de muerte celular. La correlación positiva entre células picnóticas y células con cariolisis sugiere que las células con cariolisis derivan directamente a partir de células con cromatina condensada o indirectamente a través de células picnóticas (ver figura No. 7).

Núcleo lobulado o Prolongación nuclear, Broken eggs (NL-BE), el núcleo presenta una

fuerte constricción en un extremo, sugestivos de un incipiente proceso de eliminación de material nuclear por gemación, el lóbulo presenta las mismas características morfológicas y de tensión que el núcleo, pero el tamaño es de $1/3$ a $1/4$ del núcleo. (Ver figura No. 7).

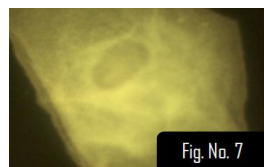
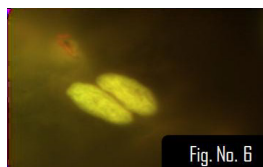
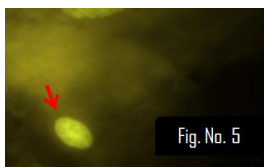
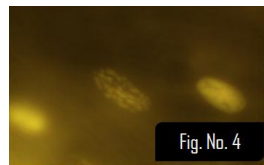
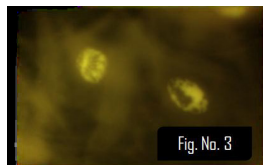
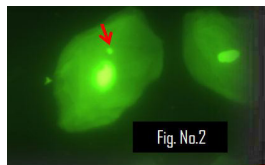
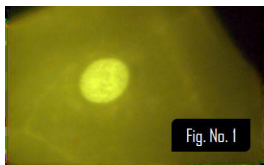
Por todas estas características, la prueba de identificación de anomalías nucleares es usada con mucha frecuencia como marcador de daño al ADN (MN y NL), defectos en la citocinesis (BN), evidencia de muerte celular (CC, CR, PN, y CL), indicadores de diferentes etapas de necrosis (PN, CC, CR, CL), como un identificador de respuesta al daño celular (PN y CC) (2).

Objetivos.

1. Aplicar la técnica de tinción de Giemsa a las células de un exudado de la mucosa bucal.
2. Determinar las alteraciones que se presentan en jóvenes y adultos que no consumen sustancias adictivas, fumar y usar *Cannabis*.
3. Comparar las diferentes tinciones celulares de las diferentes muestras obtenidas de las personas examinadas y las personas que no utilizan sustancias adictivas.

Planteamiento del problema.

Se observa una alta frecuencia en el uso de





sustancias adictivas como el tabaco o drogas, principalmente en jóvenes, como un hábito que se ha arraigado en personas adultas. Una prueba sencilla para identificación de anomalías nucleares, es usada con mucha frecuencia como marcador de daño al ADN (micronúcleos y núcleo lobulado), defectos en la citocinesis (células binucleadas), evidencia de muerte celular (cromatina condensada, cariorrexis, núcleo picnótico, y cariolisis), indicadores de diferentes etapas de necrosis, (núcleo picnótico, cromatina condensada, cariorrexis, cariolisis), como un identificador de respuesta al daño celular (núcleo picnótico y cromatina condensada), por lo tanto, es posible utilizar las células exfoliadas del tejido epitelial de la mucosa bucal para evaluar el efecto genotóxico y citotóxico en poblaciones en alto riesgo, de forma sencilla, rápida y económica, esto mediante la técnica de micronúcleos (MN) y detección de

diversas anomalías nucleares, el uso de esta técnica representa un método sencillo que se utiliza con mayor frecuencia en todo el mundo para el estudio epidemiológico del impacto de la nutrición, estilos de vida, evolución de enfermedades crónicas degenerativas, exposición a genotóxicos, como medicamentos, radioterapia, tabaco, alcohol, exposición ocupacional, envejecimiento y por supuesto cáncer y tratamientos antineoplásicos, entre otros. Es por esta problemática que en el presente trabajo, se plantea conocer e identificar, como se encuentran los núcleos celulares de mucosa bucal, en jóvenes y adultos que no utilizan sustancias adictivas y aquellos que las usan.

Hipótesis.

Las observaciones nucleares de las células obtenidas de la mucosa bucal de humanos jóvenes y adultos, presentarán diferencias en el núcleo, si utilizan sustancias adictivas, y las que no utilizan sustancias adictivas, presentará menor número de células con daño nuclear.

Metodología.

Para la realización de cualquier procedimiento, los sujetos potenciales a incorporarse a un estudio recibieron una explicación clara y por el tiempo que se requiere sobre los objetivos del estudio, el riesgo, los beneficios y su participación voluntaria. Se les solicitó la siguiente información: el tiempo de exposición al tabaco, drogas, el género y la edad.

Toma de muestra. Fue conveniente que previo a la toma de la muestra, cada participante se enjuague suavemente la boca con agua potable, con la finalidad de remover cualquier resto de comida o artificios que interfieran con el análisis de la muestra. Se tomaron muestras provenientes de la mucosa oral de distintas personas del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Tabla I. Persona participante en el presente estudio, alumnos jóvenes y adultos.

1 ^{er} grupo: Conformado estudiantes de 15-16 años. NO FUMADORES
2 ^o grupo: Conformado estudiantes de 15-18 años. FUMADORES.
3 ^{er} grupo: Conformado por tres profesores de 60 años. FUMADORES.
4 ^o grupo: Conformado por un adulto de 40 años. NO FUMADOR.
Nota: De cada sujeto se tomó una sola muestra de su mucosa oral.

dades del Plantel Naucalpan, registrando la información de su edad, sexo y si eran o no fumadores, y el fumar *Cannabis*.

Se clasificaron a los sujetos de acuerdo con las características que tenían en común y se formaron los siguientes grupos.

Al momento de tomar las respectivas muestras de mucosa oral de cada individuo, se les pidió que se introdujeran un portaobjetos (desinfectado) en el interior de su boca, con él se rasparían suavemente las mejillas y después de quince segundos el individuo nos entregaría la muestra de la mucosa bucal.

Tinción de Giemsa consiste en un proceso por el cual las moléculas de dicho colorante se absorben a la superficie. Al utilizar colorantes se permite cambiar el color de las células de los microorganismos y poder realizar la observación en microscopio óptico. Incrementa el contraste entre la célula y su entorno y por lo tanto contribuye a mejorar la imagen observada, permite diferenciar al núcleo y el citoplasma nuclear, puesto que el ADN queda teñido de azul. Se emplea para organismos sin pared celular y eucariotas (con núcleo). Esta tinción es de tipo Romanowsky, es decir, que utiliza azul de metileno y sus productos de oxidación (azur A, B y C) como colorante básico y se combina con eosina, como colorante ácido. La eosina es un tinte ácido, por lo que unirá estructuras básicas como el citoplasma o los eritrocitos. Por otra parte el azul de metileno tiene un pH básico y unirá estructuras y moléculas ácidas, como

el ADN, por lo que teñirá de azul o púrpura los núcleos. Las bacterias al tener su ADN en el citoplasma se tiñen de azul por completo. Otras estructuras celulares, cuyo pH no sea tan extremo como el ADN pueden adquirir coloraciones entre el azul y el púrpura. El pH del tinte debe estar equilibrado entorno al 6,5 para que la tinción no esté descompensada.

Preparación del frotis: A Los portaobjetos con la muestra se realizó un frotis (suspensiones de células extendidas) con otro portaobjetos.

Fijación química con ácido acético: Al efectuar anteriormente el frotis, La muestra fue sometida al procedimiento de fijación química, el cual permite preservar estructuras celulares.

Preparación del ácido acético-metanol: Se mezclan tres volúmenes de metanol y un volumen de ácido.

Al tener la mezcla homogénea acuosa (disolución). En cada muestra se colocaron seis gotas de ácido-acético y después se dejaron secar.

Teñir las células con colorante de Giemsa: Utilizamos este método sencillo para teñir las células y de esta manera examinarlas con mayor nitidez de observación. Se adicionaron varias gotas de colorante en las muestras. Posteriormente las muestras se dejaron en solución durante 8 minutos.

Retirar el exceso de colorante de Giemsa: Con agua destilada se elimina el exceso de colorante de manera que el agua no caiga directamente en la muestra, con una pipeta con

agua destilada se deja caer el agua por arriba del portaobjetos y así esperar hasta que el colorante se retire completamente. Realizada la tinción, se fija con bálsamo de Canadá. Se aconseja guardarlas hasta su utilización en cajas porta laminillas, donde se mantendrán a salvo de polvo u otros contaminantes. Colocar las muestras en el lugar correspondiente del microscopio para observar las distintas células que se presentan en cada muestra. (3)

Resultados.

Los resultados obtenidos en la observación de la heterocromatina y micronúcleos en células epiteliales de la mucosa oral en humanos, fumadores, no fumadores y fumadores de *Cannabis*. De un total de células observadas para adolescentes no fumadores normales, es notorio que las células en un estado normal se presentan en un mayor porcentaje, el aspecto de la cromatina presenta la relevancia en segundo lugar y pocas células presentan cariorrexis, no presentan células con micronúcleos.

Se presentan en la **Tabla I** las diferentes tipos de células que se observaron en el presente estudio, aunque no son todas son significativas para reforzar el presente trabajo.

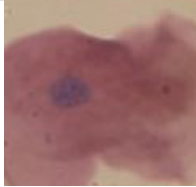
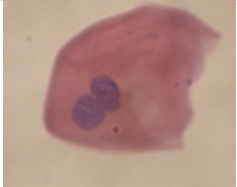
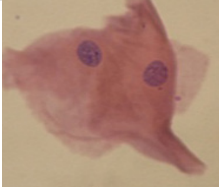
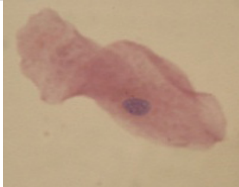
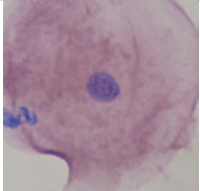
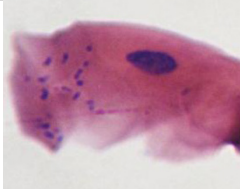
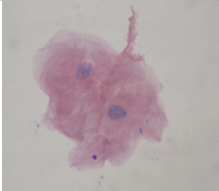
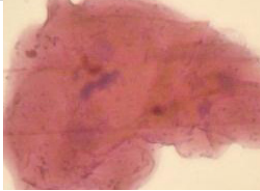
Los resultados en adolescentes fumadores y fumadores de *Cannabis*, muestran la diferencia en referencia a los adolescentes, que no utilizan ninguna sustancia de tabaco o toxica. Presentan mayor cantidad de células con la cromatina dispersa, y cariorrexis, en la cual la célula entra en apoptosis, se presentan células binucleadas. Muchas células se presentan con cariólisis, como un precedente de células que van a entrar a cariorrexis, y finalmente en apoptosis.

En la **Tabla II** se exhiben la media de las diferentes anormalidades de los núcleos y su cromatina de las células de la mucosa bucal en adolescentes no fumadores y fumadores.

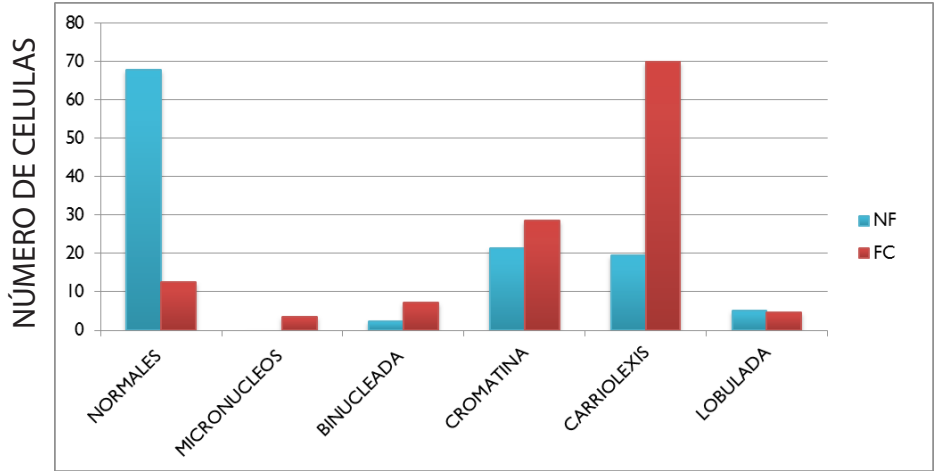
Los resultados se muestran en la **Gráfica 1** en donde se representan los adolescentes fumadores y no fumadores, en el cual se nota la diferencia entre los diferentes tipos de células.

Los resultados obtenidos en las personas

Tabla I. Se muestran los diferentes tipos de células observadas durante el estudio. (Fuente propia). (Microscopio Primo Star Carl Zeiss observaciones a 40X)

			
Célula normal	Celula binucleada	Célula con Carreorrexis.	Cromatina difusa Cariorrexis.
			
Célula con kariolisis	Nucleo lobulada	Célula con nucleo difuso	Célula con Nucleo lobulado

Grafica 1. Resultados de los adolescentes fumadores y no fumadores.



Adolescentes	No fumadores	Fumadores de tabaco y Cannabis
Normales	68	12.6
Micronúcleos	0	3.6
Binucleadas	2.3	7.3
Cromatina	21.3	28.6
Cariorrexis	19.6	70
Lobulada	5	4.6

Tabla I. Resultados de la media de las diferentes células observadas de adolescentes, normales y fumadores, y alumnos que fuman y utilizan Cannabis.

adultas fumadoras y no fumadoras, se presentan en **Tabla II**, en los diferentes tipos de células, en donde se presentan cambios en las diferentes células de los adultos fumadores y no fumadores.

En la **Gráfica 2** se presentan los resultados comparados de las alteraciones celulares de personas adultas fumadores y no fumadores,

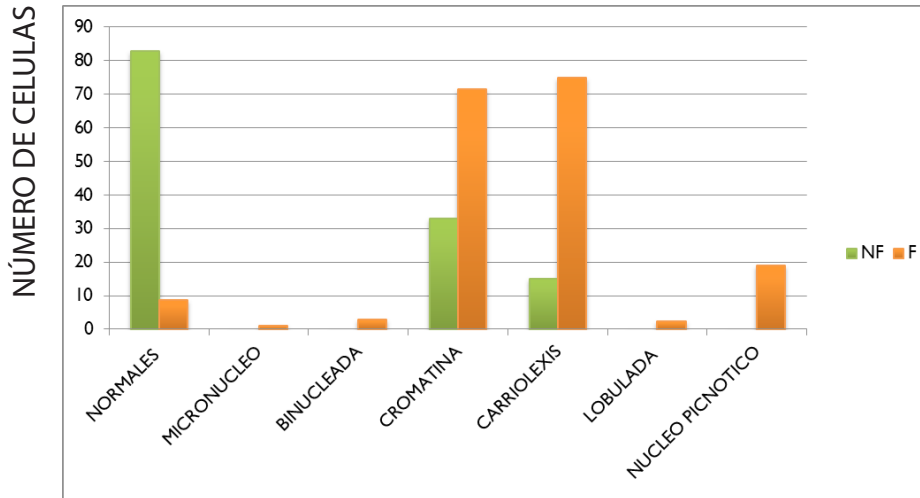
Adultos	No fumadores	Fumadores
Normales	83	8.6
Micronucleos	0	1
Binucleada	0	3
Cromatina	33	71.6
Cariorrexis	15	23.6
Lobulada	0	2.3
Cariolisis	0	51.3
Núcleo Picnótico	0	19

Tabla II. Resultados de la media de las diferentes células observadas de adultos fumadores y no fumadores.

en donde se presenta un mayor porcentaje de células en estado de cariólisis y cariorrexis, lo que implica que las células están en deterioro para entrar a apoptosis.

Análisis de resultados.

Grafica 2. Resultados de los diferentes tipos de células entre adultos fumadores y no fumadores.



Este estudio muestra las alteraciones celulares, se presentan en adolescentes fumadores y no fumadores, concuerda con los resultados obtenidos por Torres Bugarín Olivia (2), donde utiliza esta técnica para observar en las células de la mucosa bucal, los micronúcleos y anormalidades nucleares, para definir la genotoxicidad y citototoxicidad que se presentó en ellas. (5) se utiliza también en estudios de la prueba de micronúcleos y anormalidades nucleares en células exfoliadas de mucosa oral (4), la comparación de los resultados con esto trabajo, se observaron, al igual que los daños en las células con los micronúcleos y otras anormalidades nucleares, en el epitelio oral de mujeres expuestas ocupacionalmente a plaguicidas, o de células bucales en soldados de metales en Cartagena (5) o en caso de las personas que están sometidas a rayos X (7), o las persona sometidas a plaguicidas (6), estos efectos también relaciona a los resultados obtenidos de los fumadores en el presente trabajo. Los resultados obtenidos por Ayarde (8) en la presencia de los micronúcleos en las



células bucales de estudiantes pero que habitan a altura, lo que se obtuvo en el presente trabajo fue una mayor cantidad de células con cariolexis y carrierexis, las cuales van a entrar en apoptosis lo que implica muerte celular, comparado con la frecuencia en personas que no utilizan sustancias adictivas. Este trabajo con fumadores de *Cannabis*, no encontramos bibliográficamente un artículo, por lo que tenemos que considerar un estudio más detallado para tener conclusiones adecuadas con respecto a los fumadores de tabaco y *Cannabis*.

Conclusión.

Los resultados representan una muestra pequeña de la población, sin embargo, es de considerar que cuando se consumen sustancias adictivas o tóxicas como el cigarro y fumar *Cannabis*, se presentan daños en las células de la mucosa bucal, que son el primer contacto con estas sustancias en el cuerpo, lo cual es de considerar, que pueden tener efecto tóxico en otras células del cuerpo que también se exponen a estas sustancias, sin embargo, aún es necesario realizar más estudios, para profundizar en estos resultados, principalmente a los jóvenes que utilizan sustancias adictivas.

Bibliografía:

- Ceballos Salobreña, Alejandro. (2004). LA CAVIDAD BUCAL, CENTRO DE VARIADAS FUNCIONES. Febrero 2017, de Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Sitio web: http://bibliotecas.unr.edu.ar/muestra/medica_panamericana/9789500603034.pdf
- Torres Bugarín Olivia. (Enero 6, 2006). *Micronúcleos y anomalías nucleares en mucosa bucal para evaluar genotoxicidad y citototoxicidad*. Febrero 2017, de AMEQA, SETAC Sitio web: http://ameqa.org/AMEQA/V_congreso_memorias/EXTENSOS/EXT%20BB24.pdf
- Bojórquez Rangel, Guillermo, Vera Ramírez, Nayeli y Carrillo Saucedo, Margarita. (2011). *MANUAL DE PRÁCTICAS CITOGÉNICA*. 1, 68.
- Torres-Bugarín, Olivia y Ramos-Ibarra, María Luisa. (2013). *Utilidad de la Prueba de Micronúcleos y Anormalidades Nucleares en Células Exfoliadas de Mucosa Oral en la Evaluación de Daño Genotóxico y Citotóxico*. Febrero 2017, de Int. J. Morphol. Sitio web: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v31n2/art50.pdf>
- Tejedor Cassiani, Isidro Andrés. (2011). *Biomonitoreo de células bucales a partir de micronúcleos en soldadores de metales en Cartagena (Bolívar)*. Febrero 2017, de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE MEDICINA DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGIA Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4254/1/598925.2011.pdf>
- Castro, Rocío; Ramírez, Vanessa y Patricia Cuenca. (2004). *Micronúcleos y otras anomalías nucleares en el epitelio oral de mujeres expuestas ocupacionalmente a plaguicidas*. Febrero de 2017, de Revista de Biología Tropical Sitio web: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000300023
- Franco de Diana, Deidamia y col. (2010). *Evaluación genotóxica por el test de micronúcleos y el ensayo del cometa en estudiantes de odontología expuestos a rayos X durante las radiografías dentarias*. Febrero 2017, de FUNDACIÓN MAPFRE Sitio web: https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1077051
- Ayarde Romero, Benjamín et al. (diciembre de 2008). *Efecto genotóxico del consumo de tabaco en estudiantes de la facultad de medicina de la UMSA que viven en altura*. BIFARBO, 16, 1-4.

Efecto de los extractos vegetales de tepozán

BIOLOGÍA

Buddleja cordata* y *Grevillea robusta* sobre moscas *Drosophila melanogaster

Colaboradores. González Roque Manuel Alejandro,
Luis Angel Jiménez Santiago
Asesor: Lizarde Sandoval José
lizard_san@hotmail.com
Laboratorio CREA, Biología SILADIN.
CCH Naucalpan. UNAM.

Resumen

En el presente trabajo se realizó una evaluación de los extractos vegetales del roble australiano *Grevillea robusta* y la planta tepozán *Buddleia cordata*. El objetivo fue obtener con los disolventes etanol y agua, por medio de las técnicas de destilación por arrastre de vapor y reflujo y exponer los extractos vegetales a la dieta de las moscas *Drosophila melanogaster*. Se determinó que los sustancias vegetales, extraídos con agua de la planta tepozán *Buddleia cordata* causan efectos en la morfología de las alas de la mosca reduciendo su tamaño y forma, también los extractos vegetales con etanol alteran la forma de los ojos. Se sugieren estudios más detallados sobre el efecto de ambas plantas ya que podrían ser de gran utilidad para el control de insectos.



Introducción

Marco teórico

Las plantas han desempeñado un papel fundamental en la vida del hombre, quien las ha utilizado para cubrir necesidades básicas como alimento, medicina, vivienda y vestido, incluso en actos rituales. El uso de las plantas es una práctica que existe desde los inicios de la especie humana (Pino y Valois, 2004). En las plantas existe una gran diversidad bioquímica de compuestos secundarios, en algunas ocasiones para hacer frente a los depredadores (Harborne, 1993). En condiciones severas, como las que se dan en climas áridos, las plantas tienden a aumentar sus defensas **secretando o produciendo sustancias**, como son: alcaloides, glucósidos entre otros (Lundberg Palo, 1993).

Algunos compuestos secundarios son empleados por la planta con distintas funciones. Así, intervienen en relaciones de competencia con otras plantas, actuando como agentes alelopáticos, y contra invasiones de hongos, bacterias y virus (las sustancias denominadas fitoalexinas) (Harborne, 1993); en relaciones de mutualismo: atracción de los polinizadores y dispersores de semillas (Rhoades, 1979); como moléculas portadoras de información relacionada con posibles funciones defensivas; como protección contra la radiación ultravioleta y desecación, como reserva de nitrógeno, etc (Poulton, 1990).

Como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, entre otros (Duke, 1990).

Los metabolitos secundarios tienen un rol importante en el mecanismo defensivo de las plantas (Jacobson, 1989). En los últimos años, se está retornando al uso de las plantas como



fuentes de pesticidas más seguros para el medio ambiente y la salud humana (Ottaway, 2001). Los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una interesante alternativa de control de insectos, además que solo se han evaluado muy pocas plantas en relación a la fuente natural que ofrece el planeta.

Los extractos vegetales contienen sustancias que pueden provocar distintas alteraciones a los insectos los cuales se clasifican en; reguladores de crecimiento. Algunas moléculas inhiben la metamorfosis, al evitar que esta se produzca en el momento preciso. Otros compuestos hacen que el insecto tenga una metamorfosis precoz y se desarrolle así en una época poco favorable. También se ha observado que determinadas moléculas pueden alterar la función de las hormonas que regulan estos mecanismos, de modo que se producen insectos con malformaciones, estériles o muertos (Silva et al., 2002).

Inhibidores de la alimentación. Es el modo de acción más estudiado de los compuestos vegetales como insecticidas. Un inhibidor de alimentación es un compuesto que, luego de una pequeña prueba, hace que el insecto se deje de alimentar y muera por inanición. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India (Cuttler y Schmutterer, 1999).

Repelentes. El uso de plantas como repelentes es muy antiguo, pero no se le ha brindado la atención necesaria para su desarrollo (Tripathi et al., 2000). Esta práctica se realiza con compuestos que tienen mal olor o efectos irritantes, como el ají y el ajo. Un ejemplo se observa en las prácticas realizadas por indígenas de Costa Rica, que espolvorean con ají los recipientes en los que almacenan maíz y frijol para que

no se infesten de plagas (Silva et al., 2002).

El rango de su efecto protector va desde repelencia, disuasión de la alimentación y ovoposición, hasta toxicidad aguda e interferencia con el crecimiento y desarrollo de los insectos.

El sistema de estudio utilizado fueron las plantas *Grevillea robusta* y *Buddleia cordata* conocidos comúnmente como roble australiano y tepozán respectivamente.

Grevillea robusta pertenece a la familia Proteaceae. Es la especie más grande del género *Grevillea*. Nativa de las costas del Este de Australia. Es un árbol siempre verde de rápido crecimiento, de 18 a 35 metros de altura con hojas verde oscuras delicadamente dentadas bipinnadas, reminiscentes de fronda de helecho (Daorden, 2005).

El género *Buddleja* está ampliamente distribuido en el mundo y comprende alrededor de 100 especies arbóreas y arbustivas. El 50% de los taxa crece en el continente americano y en México existen aproximadamente 15 especies con algunos representantes de amplia

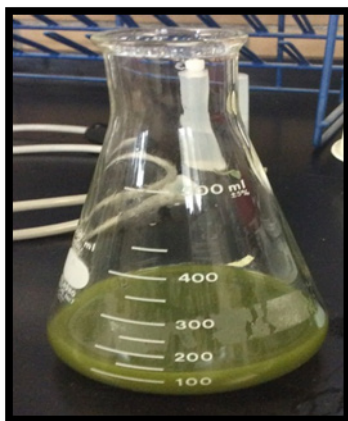


Imagen 1. Extractos vegetales (fuente propia).

distribución (Norman, 2000) Los estudios fitoquímicos de sus semillas, hojas, corteza y raíces han evidenciado sus propiedades bactericidas y amebicidas (Ordaz, 1996).

El uso excesivo de insecticidas ha contribuido al aumento de enfermedades y diversos cuadros clínicos de intoxicación en humanos. Estas situaciones desfavorables para la salud han llevado a la búsqueda de alternativas del control de insectos, basados en un manejo integrado

(Bunch, 1997). Una de estas alternativas es el uso de extractos vegetales que actúan como biocontroladores de insectos, debido a la presencia de metabolitos secundarios (Cuttler y Schmutters, 1999). En las últimas décadas se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas para el ambiente y el hombre (Chiapusio et al., 2004).

Si utilizamos extractos vegetales del roble australiano *Grevillea robusta* y el tepozán *Buddleia cordata* en la dieta de las moscas de la fruta, entonces los extractos vegetales



Imagen 2. Medios de cultivo de las moscas de la frutas.



Imagen 3. Medios de cultivo con extractos vegetales de tepozán con agua.

contienen compuestos secundarios que podrían alterar la metamorfosis de la mosca, actuar como repelentes o provocarles la muerte.

Metodología.

Obtención de extractos vegetales. Se colectaron ramas y hojas de *Grevillea robusta* y *Buddleia cordata* de los jardines del CCH Naucalpan. Posteriormente en el laboratorio se cortaron las ramas y hojas en trozos, se pesaron 10 g de cada muestra y se colocaron por separado en el equipo de destilación por arrastre de vapor con 100 ml de agua, y también se empleó a reflujo con 100 ml de etanol. Se colectó la mezcla líquida de cada una de las muestras en frascos de vidrio ámbar, las cuales se mantuvieron en incubación a 15 °C.

Cultivo de moscas de la fruta *Drosophila melanogaster*. Se utilizaron moscas de la fruta *Drosophila melanogaster*, obtenidas del Banco de moscas del laboratorio de Biología CREA, SILADIN, Naucalpan, UNAM. Las moscas adultas se cultivaron en medio de cultivo de papa deshidratada, de acuerdo con Dueñas,

E, *et al* (1998). Se usaron frascos de vidrio de 500 ml (jugos del Valle* o de Jumex*), limpios y esterilizados, con un tapón de hule espuma. En cada frasco se agregaron 5 g de puré de papa y 20 ml de solución preservadora, la cual se explica con mayor detalle en el siguiente apartado.

Preparación de solución preservadora. Se agrega en un matraz 5 ml de ácido propiónico, 5 ml de ácido acético los cuales se mezclan de forma homogénea y se afora a 1000 ml con agua destilada. Posteriormente con un embudo se vierte la solución a un frasco ámbar y se mantiene a temperatura ambiente.

Pruebas de extractos vegetales en la dieta de las moscas. Se colocaron en los frascos de cultivo previamente explicados, un promedio de 30 moscas *Drosophila melanogaster*. Posteriormente se le agregó 10 ml del extracto vegetal de *Grevillea robusta* y se le agregaron 10 ml de solución preservadora, en otro medio se realizó el mismo procedimiento, pero con extracto vegetal de *Buddleia cordata*. Este proceso se realizó para cada uno de los extractos vegetales que se destilaron.

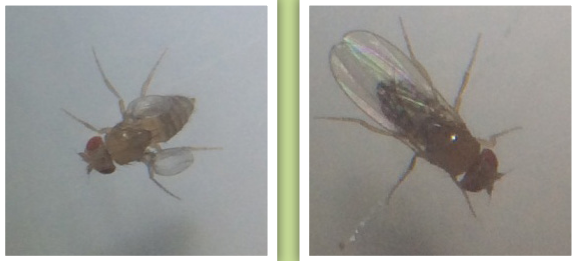


Resultados

Los resultados de este trabajo muestran un efecto de los extractos vegetales de la planta tepozán *Buddleia cordata* en el cambio morfológico de *Drosophila melanogaster*, específicamente en la reducción del tamaño y cambio de forma de las alas. Además que el extracto de tepozán con etanol cambio a una forma ovalada los ojos de la mosca *Drosophila melanogaster*. En cambio para el roble australiano *Grevillia robusta* no se encontraron efectos sobre los insectos.

Análisis e interpretación de resultados

Como se determinó en este trabajo los extractos vegetales de *Buddleia cordata* provocaron alteraciones en las moscas de la fruta esto se corrobora comparando con diversos estudios ya que las plantas y sus derivados han mostrado efectos controladores contra ácaros, roedores, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos (Grainge y Ahmed, 1988). Especies de plantas como ajo (*Allium sativum*), ají (*Capsicum frutescens*), higuera (*Ficus*), higuera (*Ricinus*)

		Imagen 1. A) Reducción del tamaño y forma de ambas alas de la mosca <i>Drosophila melanogaster</i> expuesta a extractos vegetales de tepozán. B) Mosca con alas normales.
		Imagen 2. Moscas con reducción del tamaño y forma de ambas expuesta a extractos vegetales de tepozán.
		Imagen 3. Modificación de la forma del ojo de la mosca de la fruta en una forma ovalada expuesto a extractos vegetales de etanol con tepozán.

comunis), nim (*Azadirachta indica*) y paraíso (*Melia azedarach*) son materia prima de varios insecticidas comerciales (Rodríguez y Nieto, 1997). Aunque se tendrían que realizar más ensayos para encontrar las moléculas que son responsables de estos cambios tan drásticos en las moscas de la fruta

Conclusiones

El extracto vegetal de la planta tepozán *Buddleia cordata* extraído con agua provocó una reducción en el tamaño y forma de las alas de la mosca *Drosophila melanogaster*. El extracto vegetal de la planta tepozán *Buddleia cordata* extraído con etanol provocó un cambio en la forma de los ojos de la mosca *Drosophila melanogaster*. No se encontraron ningún tipo de alteraciones de las moscas *Drosophila melanogaster* con los extractos del roble australiano *Grevillia robusta*.

Los extractos vegetales de la planta tepozán *Buddleia cordata* provocaron cambios morfológicos de *Drosophila melanogaster*



Bibliografía.

- Bunch, R. 1997. Principios de la Agricultura Orgánica. Hoja a Hoja (Costa Rica) 20, 2-6.
- Chiapusio, G., F. Pellissier y C. Gallet. 2004. Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. J. Exp. Bot. 55(402), 1587-1592.
- Cuttler, P. y H. Schmutteres. 1999. Natural pesticides from the Neem seed and other plants. J. Ethnopharmacology 333, 11-19.
- Daorden, ME. 2005. Las especies ornamentales de la estación experimental agropecuaria INTA San Pedro. Buenos Aires, Argentina.
- Dueñas, E, M.E. Heres, P.L. Castañeda, y U. Graf. El mantenimiento fácil de *Drosophila melanogaster* en un medio que consiste en escamas de patata trituradas y una solución preservativa. Dros. Inf. Servicio. 84: 166.
- Duke, S.O. 1990. Natural pesticides from plants. pp. 517-523. En: Janick, J. y J. E. Simon (Eds.). Advances in new crops. Timber Press. Portland, Oregon. 829 p.
- Grainge, M. y S. Ahmed. 1988. Handbook of plant with pest-control properties. John Wiley and sons, Nueva York. 470 p.
- Harbone, J.B. 1989. Biosynthesis and function of antinutritional factors in plants. In: Association of Applied Biologists (Ed.) Aspects of Applied Biology 19. Antinutritional factors, potentially toxic substances in plants pp: 21-28.
- Jacobson, M. 1989. Botanical pesticides: past, present and future. pp. 1-10. En: Arnason, J. T., B.J.R. Philogene y P. Morand (eds.). Insecticides of plant origin. ACS Symposium Series 1989. 387 p.
- Lundberg, P and R.T. Palo. 1993. Resource use, plant defenses, and optimal digestion in ruminants. Oikos, 68: 224-228.
- Norman, M., 2000. "Buddlejaceae". In: J.L. Luteyn, M. Flagler Cary y S. Rob Gradstein, eds. Flora Neotropica. Monograph 81. The New York Botanical Garden. Bronx. New York. 225 pp.
- Ordaz, P., 1996. "Evaluación in vitro de la actividad amebicida de compuestos obtenidos de *Buddleia cordata* sobre varias especies de *Acanthamoeba*, *Hartmannella* y *Vahlkampffia*". Tesis licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México. 59 pp.
- Ottaway, P.B. 2001. The roots of a health diet. Chem. Ind. 22, 42-44.
- Pino, N. y H. Valois. 2004. Ethnobotanical of four black communities of municipality of Quibdó, Choco-Colombia. Lyona J. Ecol. Application 7(2). En: <http://www.lyonia.org/wviewArticle.php?articleID=312>; consultado 9 de marzo 2017.
- Poulton, J.E. 1990. Cyanogenesis in plants. Plant Physiol., 94: 401-405.
- Rhoades, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: G.A. Rosenthal and D.H. Janzen (Ed.) Herbivores: Their Interactions with
- Rodríguez, H.C. y D. Nieto. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. pp. 229-239. En: Rebouças São Jose, A., I. Vilas Boas, O. Magalhães y R. Hojo (eds). Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia). Bahía, Brasil.
- Secondary Plant Metabolites pp: 3-54.
- Silva, R.V., H.M.D. Navickiene, M.J. Kato, V.S. Bolzani, C.I. Méda, M.C.M. Young y M. Furlán. 2002. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. Phytochem. 59, 521-527.

El proyector de gota: un ejemplo de investigación teórico experimental.

Enrique Zamora Arango

FÍSICA



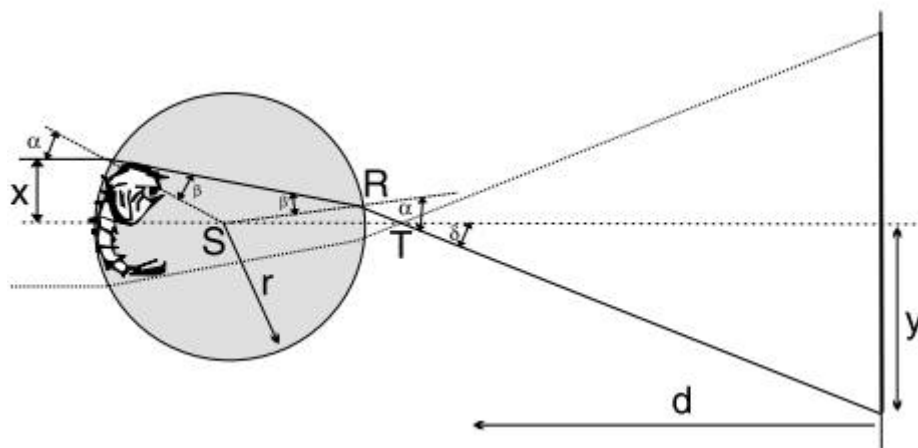
Se presenta una pequeña investigación sobre el funcionamiento del proyector de gota. Se demuestra que el análisis de la óptica geométrica que lleva al cálculo de la amplificación de los microorganismos en el interior de la gota es incorrecto para medir el tamaño del microbio (Planinsic,2001), aunque sí lo es para determinar la amplificación del espesor del rayo láser incidente.

Se explora la investigación para un sistema diferente, aunque equivalente al proyector de gota usando un foco pequeño de lámpara sorda que hace el papel de gota. Se verifica la dependencia lineal de la amplificación con la distancia para el espesor del rayo y se usa el resultado para determinar en forma indirecta el radio del foco en forma aproximada. Lo anterior permite verificar lo que se afirma al inicio de este resumen y es que la ecuación que aparece en el artículo citado es correcta para el cálculo de la amplificación del rayo láser.

Introducción

El proyector de gota es un sistema simple y muy interesante como objeto de investigación en un nivel básico y avanzado. Se elabora un prototipo de forma muy simple: se coloca una jeringa con un poco de agua contaminada de un estanque o algo equivalente en un soporte y se mantiene en forma vertical. Se coloca una gota en el extremo de la jeringa y un láser, en un soporte, con el rayo apuntando en la dirección de la gota especialmente en su centro. Justo cuando el láser atraviesa la gota emitida por la jeringa es ahí cuando se observan, proyectados en una pantalla.

El estudio óptico del sistema se realiza mediante la óptica geométrica en un primer momento y con la ondulatoria en un nivel más avanzado. El estudio comienza por entender el comportamiento de los rayos así como el de la gota la cual será considerada como una lente esférica. En un primer momento, la finalidad es hallar una forma para calcular el tamaño real de los microorganismos que se observan a partir del



▼ Figura1. Diagrama de rayos para el proyector de gota (Planinsic,2001)

modelo matemático desarrollado en la literatura (1). **Es decir, el problema es medir de forma aproximada el tamaño del microorganismo mediante el proyector de gota.**

Amplificación en el caso del proyector de gota

Una vez comprendida la refracción se analizó el como se explica la amplificación de la imagen de los objetos que están dentro de una gota. Debemos recordar que nuestra hipótesis pretende calcular el tamaño de un microorganismo a través de las proyecciones utilizando la óptica geométrica, para ello usamos la referencia de Arriola (2015), debido a que en ese documento nos explica como calcular la amplificación utilizando conocimiento de geometría mediante los cuales se comprobó que la ecuación de amplificación es correcta solo para la proyección de la luz.

Para ello se parte del siguiente diagrama que representa la gota de agua por la cual pasa un rayo de luz láser.

A partir de ella se puede obtener mediante la aplicación de la ley de Snell, la geometría de la circunferencia, triángulos y ángulos así como del uso de la trigonometría elemental. Adicionalmente se hace uso del concepto de aumento lateral tomado de la óptica de lentes que se define como el cociente del tamaño de la imagen y proyectada por el rayo entre el tamaño del objeto x

$$M = \frac{y}{x} \approx \frac{2d}{r} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (1)$$

En esta ecuación que es aproximada para ángulos pequeños es decir rayos que pasan cerca del eje de la lente (en este caso aproximadamente esférica) d representa la distancia

en metros de la gota a la pantalla, r el radio de la gota y n el índice de refracción de la gota que en nuestro caso corresponde con el agua.

Esta ecuación es utilizada para medir la amplificación cuando el microorganismo se encuentra ubicado en la parte de la gota más cercana al laser, es decir, cuando la distancia del rayo al microorganismo es mínima. Es denominada ecuación paraxial, ya que el rayo entra muy cercano al eje.

En el caso que el objeto este del lado de la pantalla se usa:

$$M_{max} = \frac{d}{2r} \frac{n}{2-n} \quad (2)$$

Por su parte esta ecuación es utilizada para medir la amplificación cuando el microorganismo se encuentra ubicado en la parte de la gota más cercana a la pantalla, es decir, cuando la distancia del rayo al microorganismo es mayor.

Debemos mencionar que ambas ecuaciones son utilizadas para obtener una aproximación de la amplificación.

Finalmente en el caso general se obtiene otra ecuación que es

$$M = \frac{d}{r} \left[\frac{1}{u} \tan(2(\arcsin(u) - \arcsin(\frac{u}{n}))) \right] \quad (3)$$

Esta ecuación puede ser denominada General debido a que no afecta la ubicación en la que se encuentre el microorganismo y tampoco afecta la manera en la que entre el rayo a la gota. Y se usa para obtener con mayor precisión la amplificación.

Los objetivos de la investigación son:

Comprender como se logra la proyección amplificada de los microorganismos y de ser posible obtener su tamaño.

Método Experimental

Los materiales usados son: Jeringas diferentes tamaños (5ml 3ml), Laser, Foco, Micro esferas de latex de una micra de diámetro, agua contaminada, Pantalla, Soporte Universal, flexómetro y regla graduada en milímetros.

Para iniciar esta investigación comenzamos montando un modelo bastante sencillo, colocando una jeringa en un soporte la cual contenía la muestra de agua contaminada que sería examinada, posteriormente colocamos un láser fijándolo a una base para que el rayo emitido atravesara la gota, creando de esta manera una imagen que proyectaba los microorganismos que contenía el agua contaminada, A partir de esta observación comenzamos a buscar métodos para analizar el tamaño de la proyección de la imagen.

Una forma de iniciar el cálculo y aplicación de las ecuaciones fue considerando una muestra de esferas de látex de 1 micrómetro de diámetro, con el fin de probar si la ecuación para la amplificación es correcta. Sin embargo al hacer mediciones observamos que el tamaño calcu-



Figura 3 Imagen proyectada de microorganismo (Arriola, 2015)

lado con la ecuación es mucho más pequeño que el valor observado al medirlo en la pantalla. Después de realizar diferentes ensayos de medición con la gota para calcular el tamaño de los microorganismos nos dimos cuenta que dichas ecuaciones no permiten hacerlo porque aparece un factor extra que es el de difracción de la luz y que se muestra a partir de franjas oscuras y claras que aparecen alrededor de la imagen proyectada en la pantalla, como se muestra en la siguiente imagen.

A partir de ese momento cambiamos la idea de medir el tamaño del microbio por una hipótesis nueva:

La ecuación de amplificación que se puede obtener de la ley de refracción de la luz aplicada en el caso del láser y el rayo luminoso que pasa por la gota, no se refiere al tamaño del microbio sino al tamaño del rayo que atraviesa la gota, es decir lo que predice la ecuación es cuanto se amplifica el haz después de pasar por la gota.

Reinterpretando los parámetros de la ecuación, x representa el semiancho del rayo láser, y y representa la mitad del tamaño de la mancha que proyecta la imagen del rayo en la pantalla.

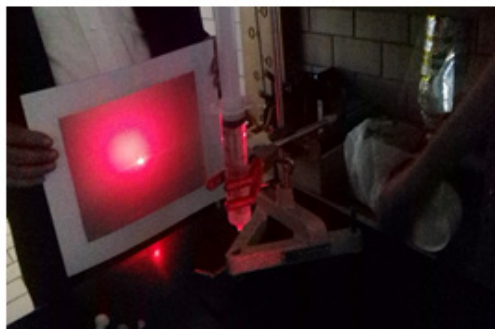


Figura 2: Montaje experimental.

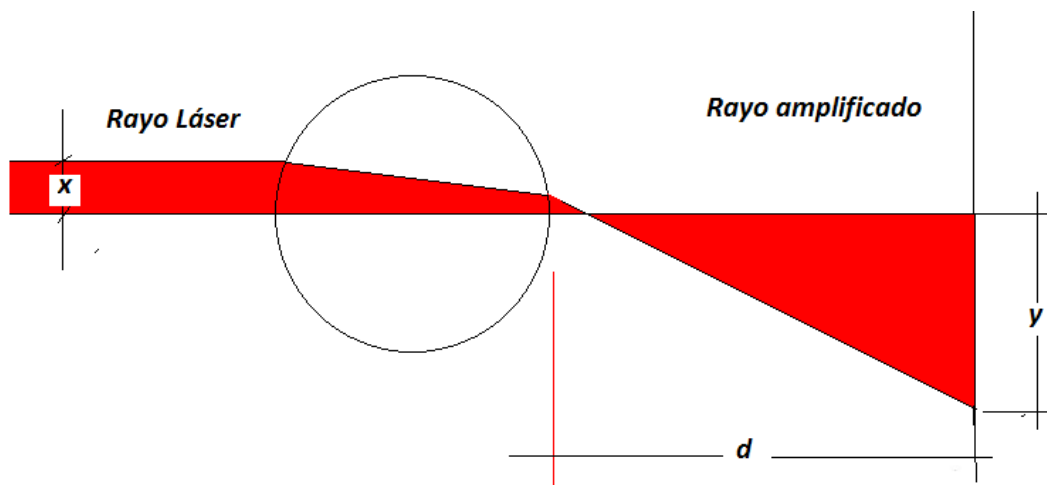


Diagrama de rayos para el proyector de gota

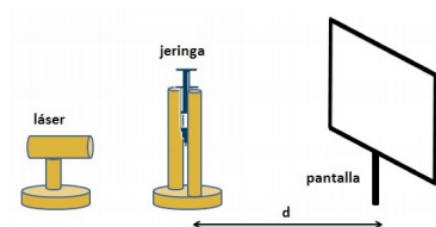


Figura 4. Esquema de montaje experimental (Arriola, 2015)

Lo que observamos es que esa ecuación si da la amplificación de la gota pero para el rayo del láser incidente. Es decir no es válida para calcular la amplificación de los bichos dentro de la gota. Para verificar medimos aproximadamente el espesor del láser y de la imagen usando la definición de amplificación

$$M = \frac{yy}{xx}$$

y= Tamaño de la mancha proyectada por el laser
x= espesor del rayo del laser

$$M = 0.3m / 0.0005m = 600 \text{ veces}$$

Posteriormente se realizó un ejercicio utilizando las ecuaciones para hacer una comparación de estas:

AMPLIFICACIÓN TEÓRICA	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
M	397	794	417

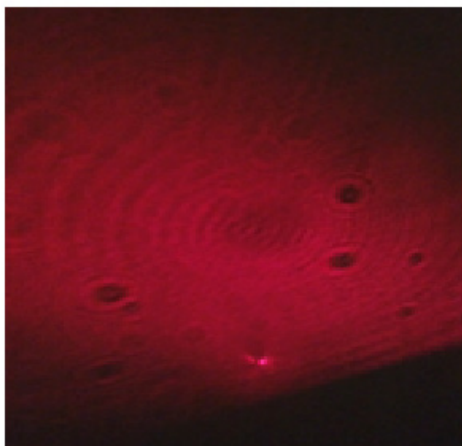


Figura 5: Imagen de microorganismos, fuente propia.

Podemos observar que las condiciones mencionadas anteriormente se cumplen para la amplificación del rayo láser mediante la medición de la imagen de la mancha que proyecta en la pantalla. El valor medido esta entre el máximo y mínimo calculados, aunque difiere bastante del valor con la ecuación exacta.

Después de verificar la dificultad de medir amplificación de la gota y el control sobre ella decidimos sustituirla por una esfera pequeña de vidrio (un foco de lámpara sorda de 5 milímetros de diámetro), que ahora funcionó como una gota, al colocarle agua en ella. En este caso

estamos despreciando el efecto del vidrio al pasar el rayo a través de él.

En este caso verificamos el mismo problema que paso en la gota en relación con la amplificación pero ahora pudimos verificar que la relación de proporcionalidad de la amplificación sí se cumple al mantener el tipo de líquido y el tamaño de la gota (esfera de vidrio con agua)

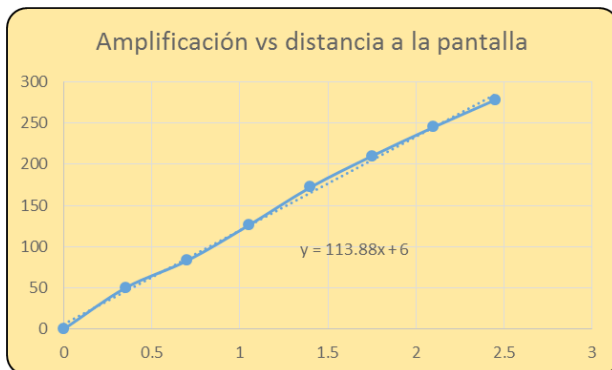
Después de haber comprendido que la amplificación no es del microorganismo sino del rayo, podemos mencionar que el tamaño y la amplificación del rayo dependerá de la distancia, es decir entre mayor sea la distancia mayor será el tamaño de la imagen proyectada, sin embargo esto no ocurre con la nitidez, ya que entre mayor sea la distancia se percibirá menos la imagen, esta relación de la proporcionalidad la podemos observar en la gráfica anterior.

Para ello usamos el foco pequeño para determinar la imagen amplificada del rayo;

Para poder usarlo como lente se le extrajo el filamento completamente y se le lleno con agua para que tuviera la función de “gota” más grande, equivalente a una lente esférica.

En este caso se obtuvieron los siguientes datos para la amplificación de la mancha en forma aproximada al variar la distancia a la pantalla (d, medida en metros), aquí M representa el tamaño de la mancha y dividido entre el espesor del rayo que es $x=0.001\text{m}$.

d (m)	M= y/x
0	0
0.35	50
0.7	83
1.05	126
1.4	172
1.75	210
2.1	245
2.45	278



Análisis de Resultados

Con esta tabla podemos observar el comportamiento de amplificación de un foco pequeño, considerado como equivalente a la gota, en función de la distancia.

Podemos ver, que esta relación es uniforme y constante ya que, a media que la distancia crece, la amplificación también lo hace.

Si usamos la relación de amplificación en el caso 1 la podemos escribir como:

$$M = \frac{y}{x} = \frac{2d}{r} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = Kd$$

Donde sustituimos la ecuación por k debido a que es una constante, obteniendo:

$$k = \frac{2}{r} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$M=kd$, aquí vemos que “M” es proporcional a “d”

Al ajustar los datos de la tabla en Excel, hallamos que se ajusta a una recta cuya ecuación es $Y=mx+b$: en este caso m coincide en nuestro caso con la K definida

$$\begin{aligned} k &= 113.9 \\ b &= 6 \end{aligned}$$

Para verificar si la medición es aceptable intentamos medir el tamaño del foco midiendo su radio de la ecuación, a partir del valor de la k obtenida y del índice de refracción del agua $n=1.33$.

$$K = \frac{22}{rr} \left(1 - \frac{11}{nn}\right)$$

$$r = \frac{2 \times 0.24812 \times 0.2481}{113.9} \quad r = 4.35 \text{ mm}$$

Lo cual da un valor muy cercano al radio del foco que es 5 milímetros

Experimentalmente verificamos que sí es posible calcular la amplificación pero para el espesor del rayo, no de los microorganismos. Como extensión del experimento se puede variar el índice de refracción del líquido y repetir las mediciones haciendo las mismas consideraciones. O bien podemos cambiar el tamaño del foco (gota esférica) y verificar que se cumple la ecuación para el rayo.





Conclusiones

La relación matemática para obtener la amplificación del microorganismo es incorrecta para calcular el tamaño de microorganismos proyectados mediante este modelo compuesto por láser y gota. Si la usamos para obtener la amplificación del rayo es correcta, por lo menos para el caso de la amplificación en función de la distancia. Lo que implica que la ecuación obtenida no permite explicar la amplificación observada de los microorganismos.

Dentro del proceso de medición se detectó otro fenómeno que es de difracción de la luz al pasar por los microorganismos, este

fenómeno lo podemos observar cuando en la imagen proyectada de los microbios se forman anillos claros y oscuros, muestra del comportamiento ondulatorio típico de la luz. Al parecer ese efecto influye más en la amplificación que se observa.

Adicionalmente fue posible observar que el tamaño de los microorganismos depende del radio de la gota, aunque en forma cualitativa, observamos que a mayor radio del foco la imagen será más pequeña

Agradecimientos: La participación de las alumnas Andrea Sánchez Cruz, Citlalli Pérez Colín, Janeth Citlalli Ríos Santillán fue fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Bibliografía:

- Arriola J. L Microscopio simple basado en laser y una gota de agua. *Opt. Pura Apl.* 48 (2) 115-121 (2015)
- Dorta M,C Pereira de Sousa C.,Muramatsu,M O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 38, nº 4, e4503 (2016).
- Gorazd Planinsic Water drop Projector *The Physics Teacher* Vol. 39, February 2001
- Hecht E, (1999) *Óptica*, Addison-Wesley, España.
- http://laserclassroom.com/wp-content/uploads/2015/09/Laser_Microscope.pdf
- <http://makezine.com/projects/make-36-boards/laser-projection-microscope/>
- http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_ondas/reflex_trans/optica/optica.html

Comparación de la actividad de diferentes antiácidos comerciales

con NaHCO_3 , en la reacción de neutralización de ácidos gástricos

FÍSICA

Alumnos:

Jaramillo Reyes Aarón
Martínez Sotelo Ivonne

Asesor:

Lozano Valencia Limhi Eduardo 1
limhi.lozano@cch.unam.mx

1. Técnico Académico de Química, Laboratorio de Química CREA, SILADIN CCH Naucalpan.

Resumen

En el presente trabajo se estudió la reacción de neutralización del ácido clorhídrico (HCl) con antiácidos comerciales que contienen NaHCO_3 (Sal de uvas picot, Alka Seltzer y bicarbonato de sodio comercial). Se probaron los antiácidos mencionados anteriormente en 45 mL. de una disolución 1M de HCl y agua destilada, simulando el HCl en el estómago. Se realizó la normalización del ácido con carbonato de sodio para determinar la concentración real de la disolución. La reacción de neutralización se realizó, con la ayuda de sensores LESA y VERNIER con un potenciómetro pH SYSTEM. El experimento se repitió 5 veces con la finalidad de realizar un análisis estadístico (media y desviación estándar). Se midió el pH final de la reacción, las velocidades y el orden de las reacciones de neutralización.

Dentro de los resultados, se observó que el antiácido *sal de uvas*, registro en promedio un pH de 4.5, que está entre el rango de 3.5 a 4, por lo que no produce una sensación de pesadez en el estómago. El bicarbonato de sodio se estabiliza a un pH 7 lo que daría una sensación en el estómago contraria al sal de uvas. El antiácido que más rápido reacciona con el HCl, es la sal de uvas, mientras que el bicarbonato es el de menor rapidez. Las velocidades de reacción presentan un orden 2 para sal de uvas, para el Alka Seltzer orden 1 y para el bicarbonato 0, en su cinética química.

Palabras clave: Acidez, antiácido, pH, neutralización, bicarbonato de sodio.

Introducción

La acidez es una propiedad de un ácido y se manifiesta como una sensación muy dolorosa en el esófago dentro del cuerpo. Ocurre cuando el ácido clorhídrico (HCl) del estómago regresa hacia el esófago. El dolor puede originarse en el pecho y puede irradiarse hacia el cuello y la garganta. El músculo esfínter esofágico inferior cierra el esófago, si este músculo no logra cerrarse bien, los contenidos del estómago se pueden devolver al esófago ocasionando los síntomas anteriormente mencionados. Si se experimenta la acidez de manera frecuente y progresiva, se considera una enfermedad de reflujo gastroesofágico (ERGE).

Para poder remediar los problemas anteriormente mencionados, la medicina ha utilizado antiácidos, que son sustancias o productos caseros o comerciales, con un pH alcalino y se utilizan para controlar la acidez generada por las glándulas parietales del estómago, es decir aumentar el valor del pH, por medio de reacciones de neutralización del ácido con una base estomacal para formar agua y una sal inorgánica (véase ecuación 1). El pH del estómago normalmente se presenta en el rango de 3.5 a 4; si el pH es superior se tiene sensación de pesadez en el estómago, por lo que los antiácidos ideales deben mantenerlos en ese rango (Cienfuegos, 2010).

Los antiácidos más comunes son: Bicarbonato de sodio y calcio, estos antiácidos su acción es rápida y potente, pero dura poco tiempo y además



su consumo prolongado produce un efecto secundario en el que se genera mayor cantidad de ácido para poder compensar el neutralizado. Los antiácidos que contienen hidróxidos de aluminio y/o magnesio, son menos potentes que los bicarbonatos, su acción es más prolongada y producen menos efectos secundarios.

La reacción química general de los antiácidos en el estómago es la siguiente:



Algunas de las reacciones conocidas en las reacciones de neutralización encontramos las siguientes:

Reacción del hidróxido de aluminio:



La reacción en la que se utilizan antiácidos con bicarbonato de sodio es la siguiente:



En el estómago podemos encontrar una mezcla de secreciones de varias células y se componen químicamente de: agua, cloruro de potasio, cloruro de sodio, bicarbonato, enzimas, mucus y HCl.

En la literatura se encuentra que el pH en el estómago se encuentra aproximadamente entre 0.6 y 1.6, y su concentración es aproximadamente: 0.03M y 0.16M, por la presencia del HCl (Cienfuegos (2010)).

En el caso del volumen, el estómago relajado tiene un volumen de entre 45- 50 mL, pero su capacidad puede aumentar hasta 4 L.

En la figura 1. Se muestra la ruta metabólica por la que se genera el HCl en el estómago.

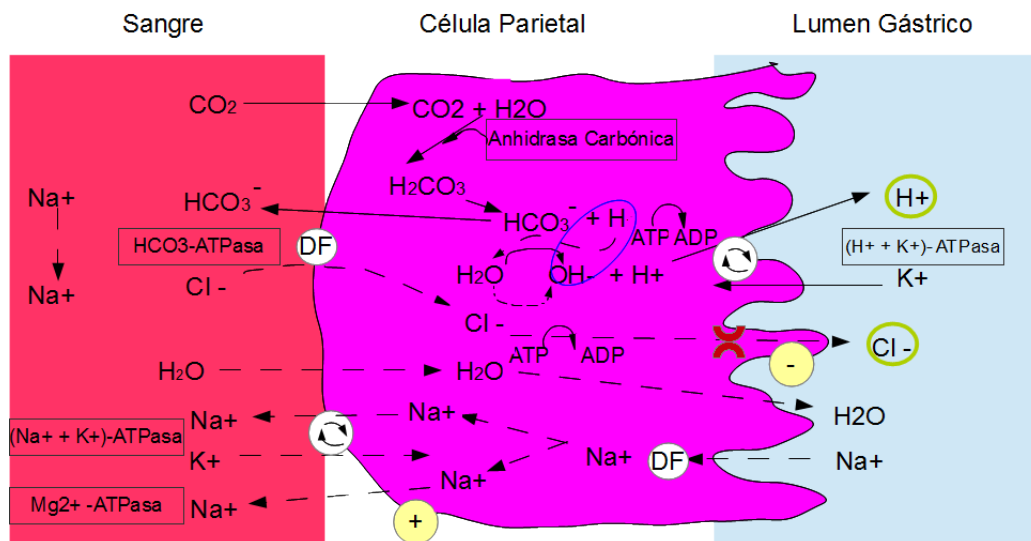


Figura 1. Esquema de la formación del HCl en el estómago. Fuente: De Georg Noddack - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2475515>

Dentro de los antiácidos su velocidad relativa de neutralización depende de los componentes que se muestra en la Tabla 2 (Bosh, 2004):

Tabla 2 Velocidad relativa de los ingredientes de los antiácidos.

Sustancia	Velocidad relativa
Hidróxido de Magnesio	Muy rápida
Bicarbonato de sodio	Muy rápida
Carbonato de magnesio	Moderada
Hidróxido de aluminio y carbonato de magnesio	Lenta
Carbonato de calcio, hidróxido de aluminio y carbonato de magnesio	Lenta
Carbonato de bismuto, bicarbonato de sodio y carbonato de magnesio	Rápida

Por tal motivo nuestro objetivo fue determinar cuál de los antiácidos (Alka Seltzer, sal de uvas picot y bicarbonato de sodio) es más rápido de manera cuantitativa, por medio del pH, y el cálculo de la velocidad y orden de la reacción de neutralización de HCl, ya que los 3 antiácidos contienen principalmente bicarbonato.

Metodología:

Se realizó la neutralización del ácido clorhídrico, por medio de la reacción de neutralización ácido base. Utilizando los siguientes antiácidos y las cantidades que se muestran en la siguiente tabla:

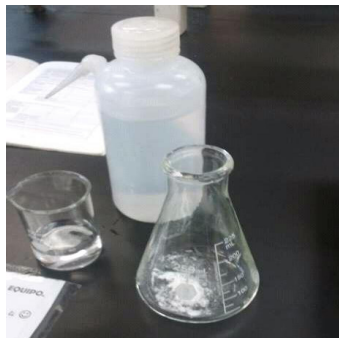
Tabla 3. Preparación de los antiácidos utilizados

Antiácido	Composición	Cantidad
Sal de uvas picot	Bicarbonato de sodio, ácido tartárico y ácido cítrico.	Se disolvió un sobre en 250mL de agua destilada
Alka Seltzer	Bicarbonato de sodio, ácido acetilsalicílico y ácido cítrico	Se disolvió una pastilla en 250mL de agua destilada.
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	3 g de Bicarbonato de sodio en 35 mL de agua destilada

▼ Fuente (Cienfuegos (2010)).



▼ Figura 2. Calibración del potenciómetro (pH system). Fuente propia.



▼ Figura 3. Materiales para la normalización del ácido clorhídrico (HCl). Fuente propia

Para la simulación del HCl en el estómago, se añadieron 15mL de la disolución de ácido 0.1 M (J.T. Baker) y 30mL de agua destilada, el volumen total fue de 45 mL. Que es el volumen del estómago relajado.

El experimento se realizó utilizando sensores, para medir pH con un potenciómetro (pH System) de la marca vernier. El potenciómetro se calibró usando: soluciones buffer de 7 y 10 de la marca Meyer (ver figura 2).

Se realizó la normalización del HCl, con la finalidad de determinar su concentración real utilizando una metodología analítica de la facultad de química de la UNAM, usando Carbonato de sodio.

Se prepararon las simulaciones de los jugos gástricos y se les añadió el antiácido como el

sobre lo indica y se calculó el cambio del pH con respecto al tiempo.

Todos los experimentos se realizaron 5 veces y posteriormente se hizo un análisis estadístico.

Se obtuvieron las concentraciones de $[H^+]$ usando la ecuación 4 de

$$pH = -\log [H^+] \quad \text{Ec. 4.}$$

Con los datos obtenidos se realizaron los cálculos de la cinética de la reacción de neutralización ácido base.



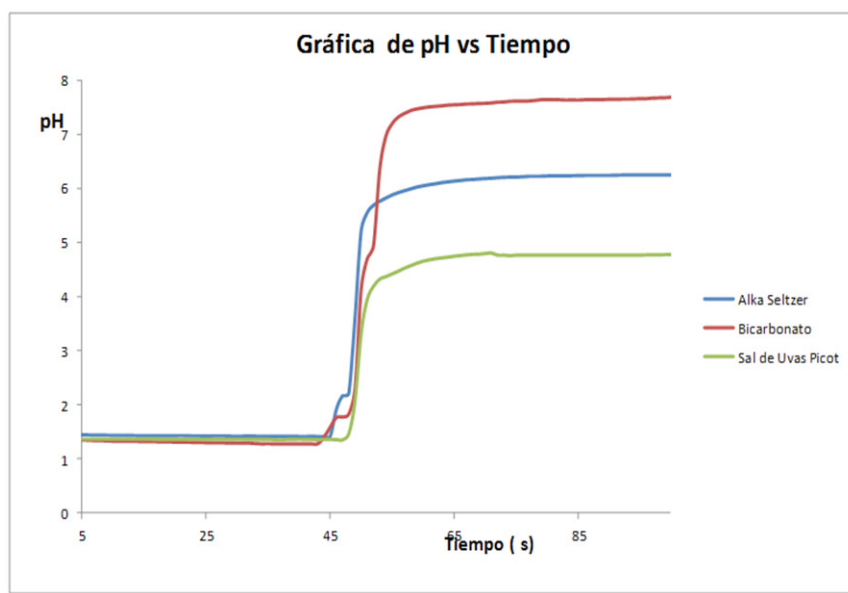
Resultados:

Los datos obtenidos en la normalización del ácido clorhídrico se muestran en la siguiente tabla:

NORMALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL HCl 0.1M				
No. De muestra	1	2	3	4
Peso del matraz vacío	137.9	125.3	132.0	138.0
Peso del matraz con carbonato	138.2	125.6	132.3	138.3
Peso del carbonato (g)	0.3	0.3	0.3	0.3
Volumen de HCl gastado(mL)	38	38	38	36
Normalidad del HCl (N)	0.14	0.14	0.14	0.156
Normalidad promedio	0.144			
Varianza	0.000064			
Desviación estándar	0.008			

Se puede observar que la Normalidad del HCl es la adecuada ya que está dentro del rango de los valores del pH en el estómago descritos en la literatura ([Cienfuegos, 2010]).

Los resultados obtenidos en la reacción de neutralización del ácido clorhídrico se observan en la siguiente gráfica.



▼ Grafica 1. pH contra tiempo de los diferentes antiácidos

En la gráfica 1 podemos observar la curva característica semilogarítmica de la ecuación para obtención del pH.

Se puede observar la reacción de neutralización de los tres antiácidos:

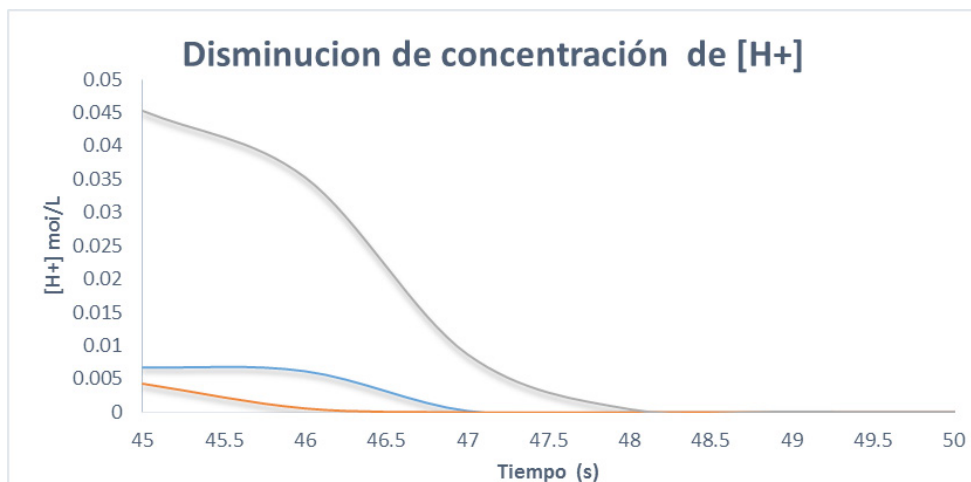
El bicarbonato tiene una tendencia a estabilizarse a un pH de 7, mientras que el Alka Selzer se estabiliza en 6 y Sal de Uvas picot 4.5.

El antiácido sal de uvas picot que mantiene el pH en 4.5 es el más adecuado ya que en la

bibliografía el pH óptimo en el estómago está entre 3.5 – 4.

Aunque los tres antiácidos producirían una sensación de pesadez, ya que presentan mayores al rango de pH producen ese efecto secundario.

La gráfica 1 también nos demuestra que los antiácidos son de una muy rápida acción como lo demuestra la literatura



▼ Gráfica 2. Disminución de la concentración $[H^+]$ en las reacciones de neutralización del HCl con los diferentes antiácidos

En la gráfica 2. Podemos observar una disminución de la concentración de $[H^+]$ a medida que el antiácido reacciona, esto nos permite ver que la Sal de Uvas es el que más rápido finaliza la neutralización y el último el bicarbonato.

En cuanto a la cinética de la reacción tenemos los siguientes resultados.

La ecuación de la rapidez es la siguiente a

partir de la reacción de neutralización:

El orden de la reacción en la gráfica 2. Se observa un comportamiento de orden 2 para la sal de uvas, mientras que, para el Alka Seltzer, tiene un comportamiento de orden 1 y para el bicarbonato su comportamiento de orden 0.

Conclusiones:

- En el presente trabajo se observa que los antiácidos estudiados presentan una muy rápida neutralización
- Dentro los antiácidos, la sal de uvas picot nos muestra una óptima condición del pH al final de la reacción, muy cercano al 4; en el cual no mostraría el efecto secundario de la pesadez en el estómago.
- El bicarbonato tiene a una tendencia a un pH 10 y produciría pesadez.
- El antiácido que más rápido reacciona es la sal de uvas, mientras que el bicarbonato es el menor.
- Las velocidades de reacción presentan un orden 2 para la sal de uvas. Para el Alka Seltzer orden 1 y para el bicarbonato 0.

Fuentes consultadas

Cienfuegos, A, (2010), Rev. Col. Gastroenteróloga / 25 (1), pag. 94- 98.

Bosh, A (2004), Acidez y antiácidos, Offarm, Vol. 23, núm. 9, México, pag. 64-70.

Cibergrafía

Quimica.laguia2000.com. (2018). *Antiácidos* | *La Guía de Química*. [online] recuperado de: <https://quimica.laguia2000.com/acidos-y-bases/antiacidos#ixzz4a9uk9Kdq> [ultimo acceso: 31 Jan. 2018].

Tesis.uson.mx. (2018). Citar un sitio web - Cite This For Me. [online] recuperado de: <http://www.tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8660/Capitulo1.pdf> [ultimo acceso 31 Jan. 2018].

Ocw.upm.es. (2018). Citar un sitio web - Cite This For Me. [online] recuperado de: http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/quimica-preparacion-para-la-universidad/contenidods/Material_de_clase/Tema5/tema_5_cinetica_quimica.ppt [ultimo acceso 31 Jan. 2018].

Recursostic.educacion.es. (2018). Citar un sitio web - Cite This For Me. [online] recuperado de : http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/cinetica_quimica/pdf/cinetica.pdf [ultimo acceso 31 Jan. 2018].

Recursostic.educacion.es. (2018). Citar un sitio web - Cite This For Me. [online] Recuperado de: http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/cinetica_quimica/pdf/cinetica.pdf [Accessed 31 Jan. 2018].

Pérez (2018). Jugo gastrico. [online] Es.slideshare.net. recuperado de: <https://es.slideshare.net/landy26/jugo-gastrico> [ultimo acceso 31 Jan. 2018].

CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN





SILADIN