



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

**“DETECCIÓN DE NITRITOS DE DIFERENTES ORIGENES EN
POBLACIÓN ABIERTA DE LA UMSNH”**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGA**

**PRESENTA:
JULISA DOMÍNGUEZ GRANADOS**

**ASESOR: MAESTRO EN TOXICOLOGIA
JUAN CARLOS CORTÉS GARCÍA**

**MORELIA, MICHOACÁN
JUNIO DEL 2015**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

**“DETECCIÓN DE NITRITOS DE DIFERENTES ORIGENES EN
POBLACIÓN ABIERTA DE LA UMSNH”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGA**

**PRESENTA:
JULISA DOMÍNGUEZ GRANADOS**

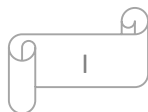
**ASESOR: MAESTRO EN TOXICOLOGIA
JUAN CARLOS CORTÉS GARCÍA**

**MORELIA, MICHOACÁN
JUNIO DEL 2015**

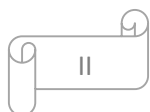
El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Toxicología de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" bajo la supervisión y dirección del M.C Juan Carlos Cortés García.

ÍNDICE:

1	MARCO TEÓRICO.....	1
1.1	INSEGURIDAD EN MEXICO	1
1.2	HOMICIDIOS POR ARMA DE FUEGO	1
1.3	HOMICIDIOS CON ARMA DE FUEGO POR GÉNERO	2
1.4	HOMICIDIOS CON ARMA DE FUEGO POR EDAD	2
1.5	INSEGURIDAD EN LAS UNIVERSIDADES	2
1.6	ACTOS DE VIOLENCIA RECIENTES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN	2
1.7	ARMAS DE FUEGO Y DETONANTES	3
1.7.1	CLASIFICACION DE LAS ARMAS DE FUEGO.....	3
1.7.2	DETONANTES	4
1.7.3	FÓRMULA QUÍMICA DE LOS INICIADORES:.....	4
1.7.4	FÓRMULA QUÍMICA DE LOS MULTIPLICADORES:	4
1.7.5	FÓRMULA QUÍMICA DE LOS ROMPEDORES: ⁴	5
1.7.6	FÓRMULA QUÍMICA DE LOS PROPULSORES: ⁴	6
1.8	PÓLVORA.....	7
1.8.1	COMPUESTOS DE LA PÓLVORA Y FÓRMULA QUÍMICA:.....	7
1.8.2	PÓLVORA SIN HUMO	7
1.8.3	PÓLVORAS DE NITROCELULOSA.....	8
1.8.4	PÓLVORAS DE NITROGLICERINA (CH ₂ ONO ₂ -CHONO ₂ -CH ₂ ONO ₂).	8
1.9	FULMINANTES	8
1.10	RESIDUOS INORGÁNICOS DE DISPARO CON ARMAS DE FUEGO (RIDAF)	8
1.11	PRUEBA DE GRIESS Y OTRAS PRUEBAS.	9
1.12	TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE RIDAF.	9
1.12.1	PARAFINA	9
1.12.2	RODIZONATO DE SODIO	9
1.12.3	MODIFICACIONES A LA TÉCNICA ORIGINAL DE LA PRUEBA DE RODIZONATO DE SODIO.....	10
1.12.4	ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN DE NEUTRONES (NAA)	10
1.12.5	ESPECTROSCOPÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO (EAA).....	10
1.12.6	EMISIÓN ATÓMICA ACOPLADA A PLASMA INDUCTIVAMENTE (ICP-OES).	10
1.12.7	MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO ACOPLADO CON RAYOS X (MEB)	11
1.12.8	PRUEBA DE GRIESS	11
1.12.9	PRUEBA DE WALKER O GRIESS MODIFICADA	11
2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3	JUSTIFICACIÓN.	13
4	HIPÓTESIS	13
5	OBJETIVOS	14
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
6	MATERIALES Y MÉTODOS:.....	14
6.1	DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO	14



6.2	DEFINICIÓN DEL GRUPO CONTROL.....	14
6.3	VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA.....	14
6.4	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	14
6.5	CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	14
6.6	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	15
6.7	CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	15
6.8	SELECCIÓN DE FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN:	15
6.9	DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN:.....	15
6.10	ASPECTOS ÉTICOS:	15
6.11	RECURSOS HUMANOS:.....	15
6.12	RECURSOS MATERIALES:	15
6.13	PLAN DE DIFUSIÓN Y PUBLICACIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	16
7	RESULTADOS.....	16
7.1	SELECCIÓN DEL REACTIVO PARA LA DETECCIÓN DE NITRITOS.....	16
7.2	SELECCIÓN DEL MATERIAL DE SOPORTE PARA EL MUESTREO Y DETECCIÓN DE NITRITOS.....	20
7.3	ELECCIÓN DEL SOPORTE DISTINTO AL ALGODÓN.	23
7.4	DETECCIÓN REALIZADA EN VOLUNTARIOS A LOS CUALES SE LES APLICÓ SOLUCIÓN DE NITRITO DE SODIO EN LAS MANOS.	26
7.5	MUESTREO A UN GRUPO CONTROL POSITIVO	26
7.6	RESULTADOS DEL MUESTREO EN LOS ALUMNOS DE LA UMSNH	29
8	DISCUSIÓN.....	39
9	CONCLUSIONES.....	41
10	BIBLIOGRAFÍA:	42
11	GLOSARIO:	45
12	ANEXOS:.....	46



AGRADECIMIENTOS:

Primeramente gracias a Dios por ser nuestra guía y otorgarme el don de la vida, a Jesús por ser nuestra inspiración, modelo y por ser el ejemplo más grande de amor en este mundo.

Gracias a la Facultad de Químico Farmacobiología de la UMSNH por permitirme formarme en ella.

A mi asesor, M.C. Juan Carlos Cortés García por dedicarme su tiempo y esfuerzo, por la paciencia durante todo este proceso y todo su apoyo, gracias.

Gracias a mis sinodales por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, sus consejos y por permitirme compartirles los hallazgos de esta investigación.

A todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida, pues todos ellos han compartido los conocimientos para que hoy cuente con las herramientas necesarias para culminar mi carrera.

Mi entero agradecimiento al club de caza “Cazadores de Florida A.C.” de la ciudad de Zitácuaro, por haberme permitido realizar una parte muy importante para esta investigación.

A mis compañeros tesisistas, Ariana, José Alberto, Yohana, Valery, Indira y Laura con quienes también he formado una grata amistad por todo su apoyo y su comprensión en los momentos más complicados.

Gracias al D.C. Vinicio Granados Soto, por haber sido la inspiración para que yo decidiera estudiar esta hermosa carrera y por el apoyo económico brindado a lo largo de la misma.

“La gratitud no es la única virtud, pero es la madre de todas las demás”

Marcus Tullius Cicero.



DEDICATORIA:

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis padres, Marina y Armando; por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy ahora, con su apoyo moral y económico, por creer en mí y nunca dejarme caer, por alentarme en los momentos de desesperación cuando quise dejar todo. Ha sido un gran privilegio ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos, Armando, Marina y Sergio, quienes han estado conmigo compartiendo todos y cada uno de los momentos buenos y malos, por su apoyo incondicional, moral y económico, los amo.

A mis tías, Hilda, Elsa y Leticia por todo su apoyo y su cariño.

A mis primas Hilda y América, que no son las únicas pero son las que han estado siempre junto a mí, apoyándome, alentándome, y dándome todo su cariño.

A toda mi familia, por el apoyo que me brindaron en este sueño, un logro más.

A la memoria de mi abuelita Ofelia, por todo sus consejos.

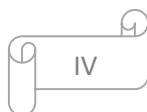
A la memoria de mi mamá Inés, que sé que desde el cielo sigue cuidándome, queriéndome y sintiéndose orgullosa de mi, gracias infinitas por siempre haber tenido fe en mí, un logro más en el que físicamente no estas presente, pero si en mi mente y mi corazón.

A mis amigas, Claudia, Yatziri, Nayelli y Esbeidy por compartir tantos buenos y malos momentos, siempre las llevo en mi corazón.

A todos ustedes con mucho cariño.

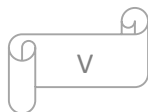
“Para el logro del triunfo, siempre ha sido indispensable pasar por la senda de los sacrificios.”

Simón Bolívar.



ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Tetralita: 2,4,6-trinitrofenil-N-metilnitramina.....	4
Figura 2. Pentrina: $C(CH_2ONO_2)_4$	5
Figura 3. Trinitrotolueno: $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$	5
Figura 4. Ácido Pícrico: Trinitrofenol (TNP) $C_6H_2OH(NO_2)_3$, $C_6H_3N_3O_6$	5
Figura 5. Nitroglicerina: $C_3H_5N_3O_9$ 1,2,3-trinitroxipropano	6
Figura 6. Nitrocelulosa: $C_6H_7O_5(NO_2)_3$	6
Figura 7. Fórmula química de la Difetilamina. $C_{12}H_{11}N$	7
Figura 8. Detección de nitritos en solución. Se usaron dos concentraciones de nitritos y el control negativo con solución salina. Tubo a) Control negativo con solución salina, Tubo b) Solución de nitritos 1×10^{-4} M, Tubo c) Solución de nitritos 1×10^{-2} M.	19
Figura 9. Uso de algodón como soporte para muestreo y recolección de nitritos. Fragmentos de algodón utilizados para la detección de nitritos en el proceso de selección del soporte. A) Control Negativo; B) Fragmento con solución de nitritos 1×10^{-4} M; C) Fragmento con solución de nitritos 1×10^{-2} M.	21
Figura 10. Detección de nitritos usando como soporte algodón. Fragmento de algodón tomado como control negativo, humedecido con solución salina.	22
Figura 11. Materiales utilizados como soporte en el muestreo y recolección de nitritos. Los soportes finales para la toma de muestra. A) Filtro, B) Tela de polipropileno, C) Poliéster	23
Figura 12. Fragmentos de toallitas húmedas, procesadas para la detección de nitritos con los reactivos preparados en solución de ácido acético al 5%. A) Control negativo, B) Solución de nitritos 1×10^{-4} M, C) Solución de nitritos 1×10^{-2} M.....	24
Figura 13. Fragmentos de pellón procesados para la detección de nitritos con los reactivos preparados en solución de ácido acético al 5%. A) Soporte control negativo, B) Soporte con solución de nitritos 1×10^{-4} M, C) Soporte con solución de nitritos 1×10^{-2} M.	25
Figura 14. A) Control positivo y negativo. B) Muestras positivas posteriores al disparo. C) Muestra positiva posterior al disparo y negativa previa al disparo. D) Muestras negativas previas al disparo.....	27
Figura 15. Detección de nitritos en un grupo control. Porcentaje de muestras positivas (azul) y porcentaje total de muestras negativas (rojo) obtenidas en el grupo de 18 personas, que dispararon un arma de fuego.....	28
Figura 16. Distribución geográfica de las personas que se les detectaron nitritos. Se representan 189 personas estudiantes de la UMSNH, del Estado Michoacán (azul) de otros estados (rojo).....	29
Figura 17. Municipio de Morelia (azul), Lázaro Cárdenas (morado), Uruapan (coral), Zitácuaro (azul claro), Apatzingán (verde oscuro) y Ciudad Hidalgo (verde).....	30
Figura 18. Distribución de pruebas positivas por Facultad. Cada barra representa la frecuencia de resultados positivos. Eje X indica las facultades muestreadas. Eje Y indica el número de muestras positivas.	31
Figura 19. Distribución de pruebas negativas por facultad. Cada barra representa la frecuencia de resultados negativos. Eje X indica las Facultades muestreadas. Eje Y indica el número de muestras negativas.	32
Figura 20. Población total analizada para la determinación de nitritos. 8 muestras positivas (rojo) y 181 muestras negativas (rosa).	33
Figura 21. Detección de nitritos de acuerdo al sexo. 140 personas del sexo masculino (lila) y 49 del sexo femenino (morado).	34
Figura 22. Fuentes de nitritos reportadas. Pinturas (rojo), fertilizantes (azul) y alfarería (verde).	35
Figura 23. Detección de nitritos y uso de arma de fuego. Uso de arma de fuego (azul oscuro).	36
Figura 24. Detección de nitritos y uso de crema o loción para manos. Uso de crema o loción (verde olivo).	37
Figura 25. Detección de nitritos y frecuencia del lavado de manos. Menos de 2 horas (azul).	38



ÍNDICE DE TABLAS:

<i>Tabla 1. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con agua destilada.</i>	<u>16</u>
<i>Tabla 2. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido fosfórico.</i>	<u>17</u>
<i>Tabla 3. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido clorhídrico.</i>	<u>17</u>
<i>Tabla 4. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido acético.</i>	<u>18</u>

ABREVIATURAS:

M: Moles

mM: Mili Moles

ml: Mililitros

g: Gramos

RIDAF: Residuos Inorgánicos por Disparo con Arma de Fuego.

N: Nitrógeno

RdNa: Rodizonato de Sodio

μ l: Microlitros.

RESUMEN:

“DETECCIÓN DE NITRITOS DE DIFERENTES ORIGENES EN POBLACIÓN ABIERTA DE LA UMSNH”

OBJETIVO: Detectar la presencia de nitritos en alumnos de la UMSNH.

MÉTODO:

La población de estudio está conformada por un total de 189 alumnos voluntarios de la UMSNH. El grupo control está conformado por un total de 18 voluntarios del Club de Caza “Cazadores de Florida, A.C.” de Zitácuaro, Michoacán. Proceso de muestreo: se acudió a la mayoría de las dependencias universitarias de educación superior de la UMSNH, y se solicitó la participación voluntaria de alumnos en cada dependencia de ambos géneros. A las personas que accedieron se les pidió que usaran un un fragmento de pellón impregnado con solución salina para limpiar sus manos y lo colocaran en una bolsa contenedora para evitar su contaminación. Posteriormente se trasladaron los soportes con la muestra al laboratorio de toxicología para la detección de nitritos con el método de Griess. Proceso de aplicación del cuestionario: a los voluntarios se les pidió que contestaran un cuestionario de datos generales, con la finalidad de obtener información que ayude a esclarecer y explicar los resultados.

RESULTADOS:

Las personas muestreadas y casos positivos pertenecientes al estado de Michoacán se agruparon por municipio. El mayor porcentaje de personas muestreadas son de sexo masculino debido a la poca disponibilidad de voluntarios de sexo femenino. La Facultad de Biología presentó el número mayor de muestras positivas y en otras cinco dependencias universitarias se detectaron cuando menos una muestra positiva, éstas fueron las Facultades de Medicina, Odontología, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Contaduría y Administración y Arquitectura. En 11 dependencias universitarias no fue posible detectar una sola muestra positiva y en cada dependencia se muestrearon cuando menos 8 personas. Nuestros resultados mostraron una frecuencia de pruebas positivas de 4%, porcentaje que corresponde a un valor ligeramente aumentado con respecto a la frecuencia esperada en universidades.

CONCLUSIONES:

La detección de nitritos en estudiantes de nivel superior es posible. La implementación de la prueba de Griess o Walker, fue útil para la detección de nitritos en las manos de los alumnos de la UMSNH. Se detectó un porcentaje de pruebas positivas mayor a lo esperado en los alumnos de la UMSNH. Se detectaron los nitritos en el grupo control positivo. Se logró hacer una clasificación de las posibles fuentes de nitritos en los alumnos de la UMSNH que pudieran dar como resultado un falso positivo.

PALABRAS CLAVE: Reactivo de Griess, Prueba de Walker, Nitritos, Armas, Educación Superior.

ABSTRACT:

"NITRITES DETECTION IN POPULATION OF DIFFERENT ORIGINS IN THE UMSNH"

Julisa Domínguez Granados, M.C. Juan Carlos Cortés García.

OBJECTIVE: To detect the presence of nitrites in UMSNH students.

METHOD:

The study population consists of a total of 189 students at UMSNH. The control group included 18 volunteers Hunting Club "Florida Hunters AC" from Zitácuaro, Michoacán. I attended most of Faculty of the UMSNH, and voluntary participation of students in each Faculty was asked without preference for any sex. People who agreed were asked to wear a fragment of pellón impregnated with saline to clean their hands and placed in a containment bag to avoid contamination. Subsequently the sample supports the toxicology laboratory for the detection of nitrite with the Griess method moved. Process of applying the questionnaire. Were asked, people who accepted that answer a questionnaire of general data, in order to obtain information to help clarify and explain the results.

RESULTS:

The number of sampled individuals and positive cases in the state of Michoacán was identified by municipalities. It is identified that the highest percentage of sampled people are male this due to the limited availability of female volunteers. The Faculty of Biology has the highest number of positive samples and five other university departments were detected at least one positive sample, these units were medicine, dentistry, veterinary medicine, accounting, and administration and architecture. In 11 university departments was not possible to detect a single positive sample and each unit was sampled at least 8 people. These results indicate frequency of positive results of 4%, corresponding to a slightly increased the expected frequency value in Higher Education Institutions.

CONCLUSIONS:

The evaluation in higher education students about the detection of nitrite is possible. The implementation of the Griess test or held Walker was useful for detection of nitrite in UMSNH students. A higher percentage than expected in UMSNH students positive evidence was detected. Nitrites were successfully detected in the positive control group. It was possible to make a classification of the possible sources of nitrite in UMSNH students that may result in a false positive.

KEYWORDS: Griess Reagent, Test Walker, nitrites, Weapons, Higher Education.

1 MARCO TEÓRICO

1.1 INSEGURIDAD EN MEXICO

La inseguridad es un fenómeno social de características muy complejas. De acuerdo con las estadísticas de mortalidad de la Secretaría de Salud y del INEGI, en el año 2000, México contaba con una tasa superior a los dos dígitos de homicidios por cada 100 mil habitantes (10.15%), misma que descendió paulatinamente hasta registrar una tasa de 8.82 en 2004, registrando incrementos en los dos años siguientes, para disminuir de nuevo en 2007 y situarse en 8.38, una de las tasas más bajas en décadas.¹

Durante este periodo la mayoría de las defunciones por homicidio (69%) se concentraron en diez estados de la República, el primer lugar fue ocupado por el Estado de México con un 18% del total; seguido por el Distrito Federal (9%); Guerrero (7%); Chihuahua, Michoacán y Oaxaca con 6%, cada uno; Jalisco (5%); Baja California, Sinaloa y Veracruz, cada uno con 4%, el resto de los estados 31%.¹

Respecto al tipo de delitos en los que se utilizaron armas, la Encuesta Nacional Sobre Inseguridad-6 (ENSI-6) señala que las armas se utilizaron con mayor frecuencia en el delito de secuestro.¹

1.2 HOMICIDIOS POR ARMA DE FUEGO

En el periodo 2000-2007, el 52% de los casos de homicidio se asoció con armas de fuego. Hay una tendencia en aumento, ya que mientras en el 2000 las armas estaban presentes en la mitad de los homicidios, para 2007 estuvieron presentes en un 57% de los casos.¹ Sin embargo, a pesar de esta tendencia, las muertes registradas por arma de fuego han tenido variaciones. En el año 2000 se registraron 5,452 defunciones con una tasa de 5.4 % homicidios, para el 2007 el número fue de 5,033 defunciones con una tasa de 4.8 homicidios por cada 100 mil habitantes. En total durante este periodo se registraron en México un total de 41,765 homicidios por arma de fuego.¹

A nivel nacional, durante 2000-2007, el 74% de los homicidios con arma de fuego (30,438) se registraron en sólo diez entidades federativas. El primer lugar lo ocupó el Estado de México con 12%; el segundo el Distrito federal con 10%; les siguieron Guerrero y Michoacán con 9%; Chihuahua y Sinaloa 7%, cada uno; Jalisco y Oaxaca, 7%, Baja California 5% y Puebla 3%.¹

1.3 HOMICIDIOS CON ARMA DE FUEGO POR GÉNERO

En 2007, el 87.6% de las víctimas de homicidio fueron hombres y el 12.4% restante mujeres. En los homicidios de hombres, en el 60% de los casos se utilizaron armas de fuego, mientras que en los de mujeres la presencia fue de 35%.¹

1.4 HOMICIDIOS CON ARMA DE FUEGO POR EDAD

En el 2006, de las 5,739 defunciones con arma de fuego el 94% de las víctimas estaban en edad productiva.¹

1.5 INSEGURIDAD EN LAS UNIVERSIDADES

El porrismo es un fenómeno distintivo de la educación superior mexicana y es una consecuencia de los conflictos al interior de las universidades y de las relaciones entre universidades públicas y el sistema político de nuestro país. El término genérico “porrismo” denota a un conjunto diverso de hechos de violencia, que tienen lugar en el espacio educativo y que están conectados, al menos en el origen, a las prácticas políticas de control corporativo que han caracterizado el régimen político en México.^{1,2}

Un primer aspecto es el incremento de las actividades puramente delictivas, entre las que destaca la expansión de las actividades relacionadas con el narcotráfico en los planteles universitarios. Un segundo elemento es la presencia creciente de bandas y pandillas constituidas por elementos ajenos a las instituciones educativas, en la conformación de los nuevos agrupamientos de porros y en los hechos de violencia dentro de los campus.²

1.6 ACTOS DE VIOLENCIA RECIENTES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

En Michoacán, un grupo de alumnos pertenecientes a dos casas de estudiante bloquearon algunas vialidades de la ciudad de Morelia y mantuvieron secuestrados 12 vehículos oficiales.²

En los últimos días se registraron ataques en la región de tierra caliente que causaron la muerte de cuatro agentes y lesiones a otros 20.² Además, se registraron ataques en la zona de tierra caliente del Estado de Michoacán y como consecuencia de esta ola de violencia en esta misma zona, fueron encontrados 5 cuerpos en el municipio de Apatzingán que presentaban impactos de bala.²

1.7 ARMAS DE FUEGO Y DETONANTES

El arma de fuego es un dispositivo destinado a propulsar uno o múltiples proyectiles, por medio de la presión generada por la combustión de un propelente.

Las armas de fuego son una aplicación de la pólvora. La presencia de armas de fuego en el mundo ha cambiado la naturaleza de la violencia. El impacto de la violencia varía dependiendo del nivel cultural y del progreso social de cada entidad, y puede tomar diferentes formas en distintas sociedades. Factores sociales como el desempleo, la pobreza en México, la falta de educación, entre otros, aunados a la intolerancia, el uso y tráfico de drogas, el alcohol y la creciente ola de violencia en el mundo llevan a muchas personas comunes y corrientes a cometer delitos.³

Las armas constituyen entonces una opción para utilizarse frente a la violencia; sin embargo su adquisición de modo legal no es sencilla, lo que incrementa el tráfico ilegal de las mismas. Las armas de fuego son un medio frecuentemente utilizado en enfrentamientos policiacos contra los delincuentes. Las armas de fuego son instrumentos de dimensiones y formas diversas, destinados a lanzar violentamente ciertos proyectiles, mediante el aprovechamiento de la fuerza expansiva de los gases que son desprendidos de forma instantánea, en el momento de la ignición de sustancias explosivas en un espacio confinado.³

1.7.1 CLASIFICACION DE LAS ARMAS DE FUEGO

1.7.1.1 ARMAS DE FUEGO CORTAS:³

- Revólveres
- Pistolas automáticas
- Pistolas ametralladoras

1.7.1.2 ARMAS DE FUEGO LARGAS:³

- **Escopetas de caza**
- Fusiles
- Carabinas
- Fusiles ametralladoras
- Subfusil ó metralleta

Las armas de fuego más utilizadas por delincuentes son las de cañón corto, fundamentalmente revólveres y pistolas.³

1.7.2 DETONANTES

La mezcla detonante de los cartuchos está formada por cuatro componentes básicos: el explosivo iniciador, un agente oxidante, el combustible y el estabilizador, por lo que cada componente contribuye a la formación de residuos inorgánicos durante el disparos de arma de fuego (RIDAF).³

Explosión: se define como una reacción química muy rápida, acompañada de una repentina liberación de gran cantidad de energía térmica y la formación simultánea de un gran volumen de productos gaseosos.^{3,4}

Según la velocidad de la reacción explosiva, se distinguen los siguientes tipos de explosivos:

- Iniciadores o detonadores: son muy sensibles a las acciones externas; el más característico es el fulminato de mercurio.
- Multiplicadores: como la tetralita y la pentrita. Explotan.
- Rompedores: como el trinitrotolueno (TNT), el ácido pícrico, la nitroglicerina (NG), entre otras. Explotan.
- Propulsores: (explosivos balísticos o pólvoras), empleados para lanzar proyectiles. Los más típicos son la clásica pólvora negra y la pólvora sin humo (nitrocelulosa). Deflagran: deflagrar es la forma más lenta de explotar. La velocidad de deflagración de las pólvoras se modifica convenientemente al variar el tamaño del grano, la forma y la proporción de los aditivos.⁴

1.7.3 FÓRMULA QUÍMICA DE LOS INICIADORES:

Fulminato de Mercurio: ONC-Hg-CON Hg (ONC)_2 ⁴

1.7.4 FÓRMULA QUÍMICA DE LOS MULTIPLICADORES:

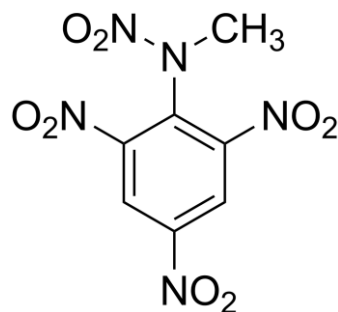


Figura 1. Tetralita: 2,4,6-trinitrofenil-N-metilnitramina

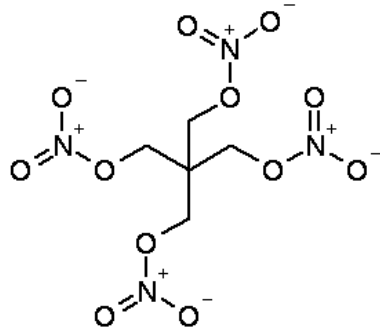


Figura 2. Pentrina: $C(CH_2ONO_2)_4$
 IUPAC: 1,3-Dinitrato-2,2-bi(nitratometil) propano4

1.7.5 FÓRMULA QUÍMICA DE LOS ROMPEDORES:4

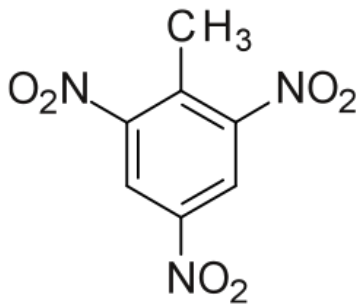


Figura 3. Trinitrotolueno: $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$
 2-metil-1,3,5-trinitrobenceno

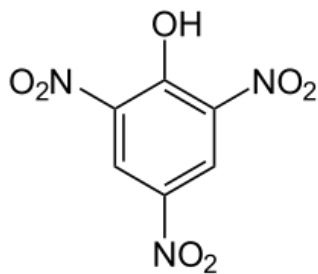


Figura 4. Ácido Pírico: Trinitrofenol (TNP)
 $C_6H_2OH(NO_2)_3$, $C_6H_3N_3O_6$

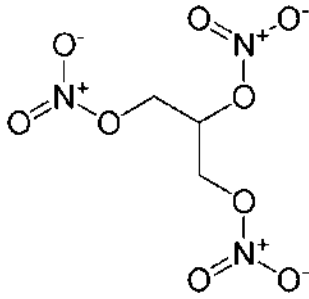


Figura 5. Nitroglicerina: $C_3H_5N_3O_9$ 1,2,3-trinitroxipropano

1.7.6 FÓRMULA QUÍMICA DE LOS PROPULSORES:⁴

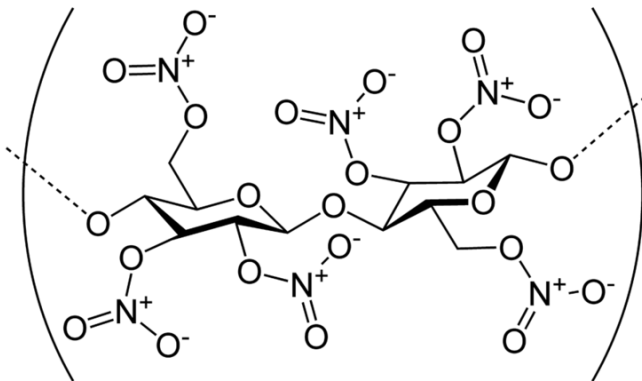


Figura 6. Nitrocelulosa: $C_6H_7O_5 (NO_2)_3$

Los explosivos utilizados en la propulsión de proyectiles para las armas de fuego son los conocidos como “pólvora sin humo”.

La fuerza explosiva de la pólvora se debe que al entrar en combustión un mol de ésta, produce seis moles de gas; si esta reacción ocurre dentro de un pequeño espacio cerrado, la expansión brusca de los gases puede servir como medio para arrojar un proyectil con gran fuerza y velocidad en una dirección específica.⁴

1.8 PÓLVORA

La pólvora negra fue inventada por los chinos; está compuesta por un 8-15% de azufre, el cual facilita la propagación de la combustión, 10-15% de carbón que es el combustible base y 73-77% de salitre (nitrato de potasio), un oxidante fuerte que tiene como función aportar el oxígeno para la combustión.⁴

1.8.1 COMPUESTOS DE LA PÓLVORA Y FÓRMULA QUÍMICA:

Carbón: C; azufre: S; nitrato de potasio: KNO_3

1.8.2 PÓLVORA SIN HUMO

Las pólvoras gelatinizadas con “poco humo” (pólvoras coloidales) tienen mayor potencia balística y una combustión casi sin residuo. La primera pólvora sin humo fue algodón pólvora pura. En 1889 se desarrolló un agente estabilizador que hoy en día se sigue utilizando: la difenilamina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-C}_6\text{H}_5$).⁴

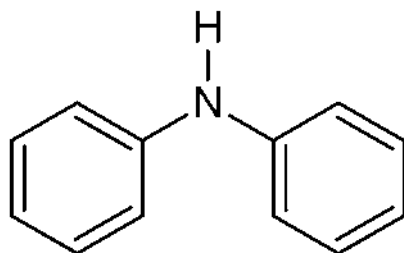


Figura 7. Fórmula química de la Difenilamina.
 $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}$

Actualmente las pólvoras sin humo son las más comúnmente utilizadas. De ellas las más comunes son la M y la T, cuyas formulas son:^{3,4}

Pólvora M:

Nitrocelulosa	71%
Nitrato de Bario	20%
Nitrato de Potasio	5%
Alcanfor	3%
Gelosa	1%

Pólvora T:

Nitrocelulosa	98%
Difenilamina	2%

1.8.3 PÓLVORAS DE NITROCELULOSA

Estas se derivan de la esterificación de los grupos hidroxilo de la celulosa. Se producen tres tipos principales de ésteres:⁴

- 1.- Nitrato de celulosa (piroxilina celuloide): que contiene de 10.5-11% de N.
- 2.- Piroxilina soluble (algodón colonión o algodón dinamita): que contiene de 11.5-12.3% de N.
- 3.- Algodón pólvora: que contiene de 12.5 a 13.5% de N.

Estas pólvoras son utilizadas especialmente en armas portátiles, se obtienen por nitración de la celulosa en presencia de ácido sulfúrico.⁴

1.8.4 PÓLVORAS DE NITROGLICERINA (CH₂ONO₂-CHONO₂-CH₂ONO₂).

Las pólvoras de nitroglicerina reaccionan violentamente con temperaturas de combustión elevadas. La nitroglicerina es un éster nítrico trivalente que se obtiene por nitración directa de la glicerina o glicerol, en presencia de ácido sulfúrico. A temperatura ambiente es un líquido oleoso, solidifica a 8°C, lo que implica un serio inconveniente, debido a la modificación de sus propiedades explosivas, siendo peligrosa su fusión. Es comúnmente utilizada en armas que requieren elevada velocidad de combustión, tales como cañones y morteros.⁴

1.9 FULMINANTES

El fulminante es el encargado de encender la pólvora, luego de ser golpeado por la aguja percutora del arma. Existen dos tipos de fulminantes: el Berdan y el Bóxer. Composición metálica de algunos de los fulminantes más comunes:⁴

- Sinoxid: Pb, Ba, Sb, Al, Ca, Si, Sn, Cu, Zn, Fe, Ni, Cr, Ti, Mg.
- Sintox: Zn, Ba, Ti, Sb, Mn, Al.
- Fulminato de Mercurio: Hg, K, Sb, Ba, Pb.
- Clorato Trizinato de Plomo: Pb, K, Sb.

1.10 RESIDUOS INORGÁNICOS DE DISPARO CON ARMAS DE FUEGO (RIDAF)

Al accionar un arma de fuego se generan derivados nitrados y elementos metálicos en el disparo. A estos elementos se les conoce como residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego (RIDAF), y se depositan sobre el medio ambiente y el cuerpo de la persona que accionó el arma de fuego (principalmente en las manos).^{3,4}

La presencia de estos elementos (RIDAF) constituye una evidencia de haber accionado un arma de fuego.

En las ciencias forenses se han aplicado gran variedad de métodos y técnicas para determinar si en las manos de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego.^{3,4}

Al accionar un arma de fuego se alcanzan dentro de la misma altas temperaturas y presiones, lo que ocasiona que la parte inorgánica se vaporice. Las aberturas del arma permiten que estos vapores se escapen y al salir del arma encuentren una temperatura inferior condensándose como finas partículas del orden de 5 μm a 100 μm (un μm es 10^{-6} m), que se depositan en las áreas adyacentes, incluyendo las manos y prendas del disparador.

1.11 PRUEBA DE GRIESS Y OTRAS PRUEBAS.

Las técnicas de laboratorio empleadas para la investigación de hechos delictivos relacionados con armas de fuego, persiguen la confirmación de la presencia de residuos nitrados, carbonosos y metálicos provenientes del disparo.⁴

Para investigar hechos relacionados con disparos de armas de fuego, se requiere hacer un levantamiento de los residuos (RIDAF) de las manos del individuo que presuntamente accionó un arma de fuego, así como de todas las personas involucradas en estos hechos.⁵

1.12 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE RIDAF.

1.12.1 PARAFINA

La prueba de parafina fue introducida en 1993 por Teodoro González; es una técnica colorimétrica que se basa en la identificación de los productos nitrados derivados de la deflagración de la pólvora.⁵

Se llevaba a cabo de la siguiente manera: se embebe la mano del sospechoso en parafina caliente y una vez que ésta solidifica se remueve del molde; este se rocía con una solución al 0.25 % de N,N'-difenilamina en ácido sulfúrico concentrado, una coloración azul oscuro indica reacción positiva, a la presencia de nitrocompuestos derivados de partículas del propelente.⁵ La prueba de la parafina sirve únicamente para detectar nitratos y nitritos derivados de la deflagración de la pólvora; presenta falsos positivos con oxidantes fuertes presentes en algunos cosméticos, orina, fertilizantes, pinturas y solventes, por lo que es inespecífica.⁵

1.12.2 RODIZONATO DE SODIO

Es una prueba colorimétrica cualitativa basada en la reacción del plomo (proveniente del proyectil), y del bario (proveniente del detonante) con el rodizonato de sodio (RdNa).^{4,5}

Se deben remover de la palma y dorso de la mano del sospechoso, los residuos dejados después del disparo, con una tela de algodón humedecida, con ácido clorhídrico diluido; las telas se secan y posteriormente se agrega RdNa.^{4,5}

La presencia de una coloración rosa marrón indica la presencia de bario; una coloración rojo escarlata indica la presencia de plomo y la mezcla de estos colores se traduce en la presencia de ambos elementos. La prueba negativa se observa cuando la coloración de la solución del rodizonato de sodio desaparece al cabo de unos minutos.⁵

1.12.3 MODIFICACIONES A LA TÉCNICA ORIGINAL DE LA PRUEBA DE RODIZONATO DE SODIO

En 1959, Harrison y Giltroy modificaron la prueba de RdNa, para detectar antimonio. La prueba consistía en remover de la palma y dorso de la mano del sospechoso los residuos dejados después del disparo, con una tela de algodón humedecida con ácido clorhídrico diluido; las telas eran secadas y posteriormente tratadas con yoduro de trifenilmetilarsonio. Previo a la adición del RdNa, se dejaba secar nuevamente las telas. La interpretación de esta técnica es la siguiente: el primer reactivo produce manchas de color naranja, si hay antimonio en la muestra; el segundo, da un color rojo en presencia de plomo o bario. Para la identificación de plomo es necesario añadir ácido clorhídrico diluido, si las manchas cambian su coloración a morado se confirma la presencia de plomo.⁵

1.12.4 ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN DE NEUTRONES (NAA)

Introducida en 1962 por Ruch et al., es una prueba altamente específica, útil en la detección de bario y antimonio. La muestra se obtiene a partir de un molde de parafina tomado de la persona que accionó el arma de fuego, el molde es sometido al bombardeo de neutrones, en un reactor nuclear donde el Sb y el Ba, al transformarse en radioisótopos, emiten rayos gamma de longitudes de onda perfectamente definidas, lo que permite su identificación y cuantificación con base en las características del espectro.^{5,13}

1.12.5 ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO (EAA)

La EAA es una técnica instrumental sencilla y relativamente barata, que permite identificar y cuantificar elementos metálicos.⁵ Esta técnica analítica es capaz de analizar metales, desde niveles de trazas hasta concentraciones porcentuales; es posible analizar con ella hasta 67 elementos de la tabla periódica.^{5,14}

1.12.6 EMISIÓN ATÓMICA ACOPLADA A PLASMA INDUCTIVAMENTE (ICP-OES).

El ICP-OES es una técnica de análisis muy versátil, ya que puede determinar hasta 72 elementos metálicos simultáneamente en un tiempo de aproximadamente 2 minutos, presenta indiferencias de matriz debido a las altas temperaturas alcanzadas por el plasma (6000-10000 K).³⁻⁵

1.12.7 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO ACOPLADO CON RAYOS X (MEB)

La microscopia electrónica de barrido es una técnica no destructiva, identifica RIDAFs sin lugar a dudas, o elementos metálicos provenientes de otra fuente debido a que la composición morfológica y química de las partículas las hace únicas.^{3-5,14}

1.12.8 PRUEBA DE GRIESS

Es una prueba química que detecta la presencia de nitritos orgánicos. La reacción de diazotación de Griess, en la que se fundamenta el reactivo de Griess fue descrita por primera vez en 1858 por Peter Griess.⁵

El nitrito es detectado y analizado por la formación de un color rojo rosado al tratamiento de una muestra conteniendo NO₂ con el reactivo de Griess⁵.

Cuando se agrega el ácido sulfanílico los nitritos forman una sal de diazonio. Cuando se agrega la alfa-naftilamina, se genera un color rosado.⁵

El reactivo de Griess comercial típico contiene 0.2% de diclorhidrato de naftilendiamina y 2% de sulfanilamida en ácido fosfórico al 5%.^{5,6,15,16}

1.12.9 PRUEBA DE WALKER O GRIESS MODIFICADA

Es una prueba colorimétrica que busca residuos de derivados nitrados. Se utiliza como rutina la prueba de Walker, específica para la determinación de nitritos provenientes de la deflagración de la pólvora. La prueba de Walker ha resultado bastante criticada al existir la posibilidad de que nos encontremos ante “falsos positivos” y “falsos negativos”.^{6,17}

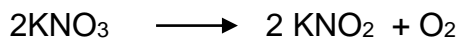
Los falsos positivos se producen por contaminación accidental con sustancias nitrogenadas procedentes de abonos que podemos encontrar en el campo y en jardinería. Los falsos negativos se producirían si han transcurrido muchas horas hasta la recogida de la muestras y el cuerpo ha permanecido a la intemperie con exposición a la lluvia, sobre todo en el análisis llevado a cabo en las zonas marginales a las heridas y prendas de vestir.^{6,19}

Determinación de nitritos: los nitritos son productos de la degradación de los nitratos y de los grupos nitrogenados de los nitroderivados orgánicos, tal como la nitrocelulosa, ampliamente utilizada con el nombre de “pólvora sin humo” o “pólvora inoxidante”, con la que se cargan la totalidad de los cartuchos modernos.^{6,24}

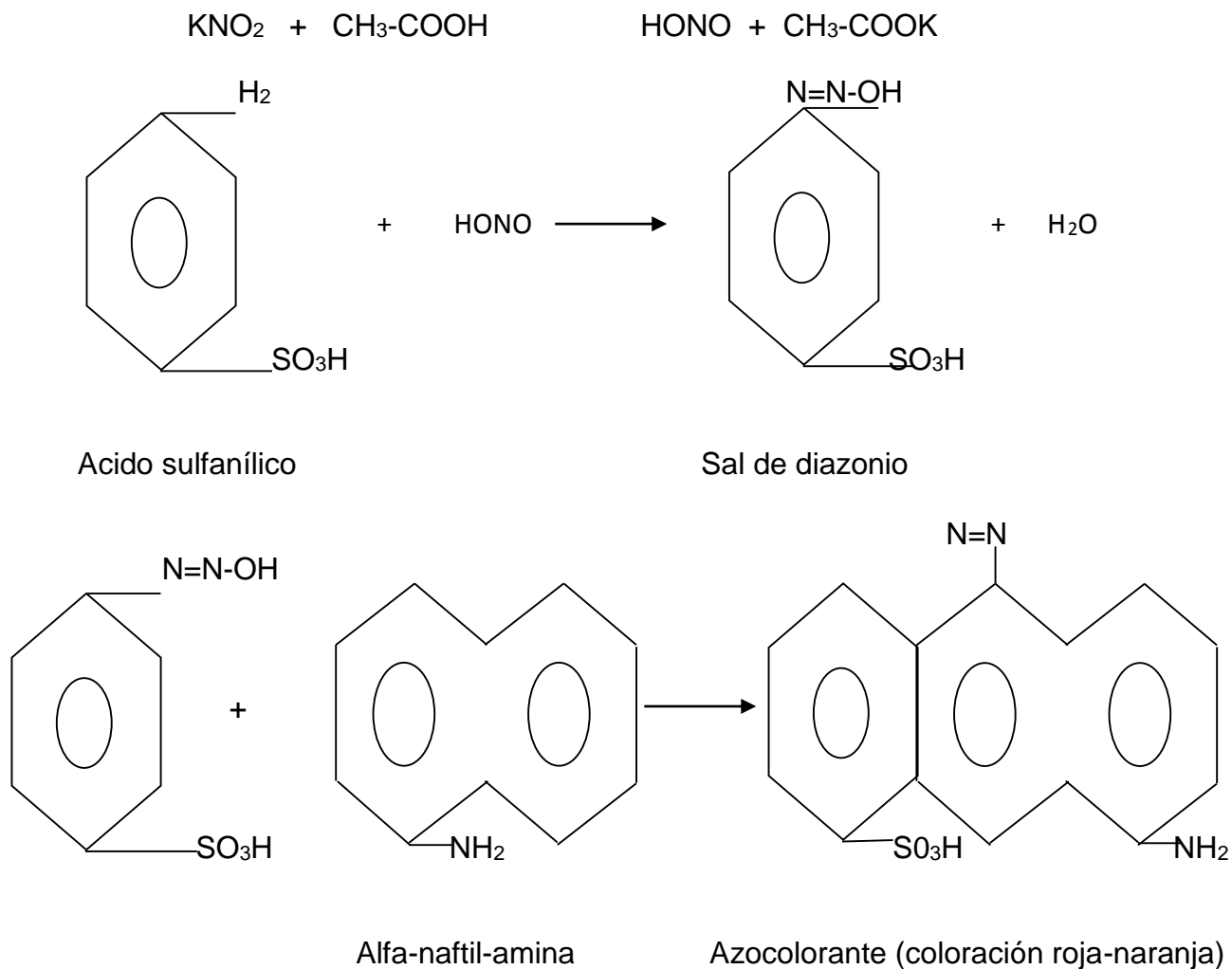
Los nitritos se evidencian específicamente a través de la técnica ideada por Walker (1937), basada en la utilización del “reactivo de Griess”, conocido desde mediados del siglo XIX como reactivo específico y sumamente sensible para el reconocimiento de los nitritos. Este reactivo se basa en dos soluciones: una solución “A” de alfa-naftil amina en ácido acético diluido y una solución “B” de ácido sulfanílico también en ácido acético diluido. En el momento de efectuar la práctica se unen las soluciones “A” y “B” y se pulveriza sobre la zona a analizar, manifestando la presencia de restos o partículas que contengan nitritos mediante la formación

de un color rojo característico. Esta reacción es mucho más específica que la anterior ya que los nitritos no son comunes en nuestro medio, pudiendo encontrarse sólo en la materia orgánica en descomposición razón por la cual no es posible aplicar este procedimiento sobre cadáveres en etapa de descomposición ya que la presencia de restos de pólvora quedaría enmascarada por la reacción de los nitritos provenientes de la putrefacción cadavérica.^{6,17-19,26}

Al producirse un disparo de arma de fuego se desprenden como resultado de la deflagración de la pólvora derivados nitrogenados (nitrito de potasio) provenientes del nitrato de potasio, según la reacción química:^{6,13}



El nitrito de potasio es identificado mediante la siguiente reacción química que muestra la solución de alfa-naftilamina y ácido sulfanílico sometidos a la acción del ácido acético para formar el ácido nitroso y la sal de potasio correspondiente, según la reacción:^{6,14}



El nitrito de potasio se transforma en ácido nitroso, formando un diazo compuesto de color rojo-naranja. La reacción química se efectúa entre la alfa-naftil-amina y el ácido sulfanílico con

el nitrito es altamente específica, en virtud de que ningún otro radical produce esta reacción, por lo que no es posible obtener resultados falsamente positivos.⁶

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En México desde el año 2007 se ha reportado, de manera creciente, un incremento de la violencia en la población en general. La población estudiantil, está, por lo tanto, dentro del mismo ambiente violento. Una de las consecuencias del aumento de la violencia involucra el empleo de las armas de fuego,^{1,7} que debido a los componentes que las conforman, la detonación genera residuos de nitritos durante su operación, esto nos permite generar la siguiente pregunta:

¿Se pueden detectar nitritos en la población abierta de la UMSNH?

3 JUSTIFICACIÓN.

El problema de la violencia se ha extendido a todas las áreas del estado de Michoacán, accediendo o presentándose los actos de violencia en sitios donde normalmente no se observaban como en centros comerciales, y no hay reportes serios sobre morbilidad y mortalidad por este fenómeno, solo los reportes periodísticos indican la magnitud del problema.^{1,7} La universidad reúne la población estudiantil de todos los municipios del Estado de Michoacán y de estados vecinos, y por lo tanto son afectados por los hechos violentos que han ocurrido a lo largo de los últimos años. Asimismo al interior de la Universidad Michoacana, debido a la presencia de grupos estudiantiles de choque (porros), se pueden presentar sucesos violentos, con consecuencias como la destrucción de bienes materiales y estas manifestaciones han sido reprimidas por las autoridades⁷. Esto sugiere que el fenómeno de la violencia puede estar infiltrando áreas educativas como la universidad, y una de las consecuencias de la violencia es el uso de armas de fuego, cuya operación genera una cantidad de residuos como plomo, bario, nitritos, antimonio, y estos residuos son un indicador del uso de armas de fuego a nivel pericial. Para hacer una búsqueda generalizada en población abierta no es práctico detectar todos estos componentes, sin embargo, la detección de nitritos es un método sencillo que si puede permitir esta búsqueda en población abierta.^{7,8}

4 HIPÓTESIS

La evaluación de nitritos es positiva en la población de estudiantes de nivel superior de la Universidad Michoacana.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Detectar la presencia de nitritos en alumnos de la UMSNH

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar la prueba de análisis de Griess para la detección de nitritos en manos.
- Evaluar presencia de nitritos en 189 alumnos de las diferentes dependencias de la UMSNH.
- Clasificación de los casos positivos de nitritos de acuerdo a la fuente que los genera.

6 MATERIALES Y MÉTODOS:

6.1 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio está conformada por un total de 189 alumnos de las distintas escuelas y facultades de la UMSNH.

6.2 DEFINICIÓN DEL GRUPO CONTROL

El grupo control está conformado por 18 elementos voluntarios del Club de Caza “Cazadores de Florida A.C.” de la ciudad de Zitácuaro, Michoacán.

6.3 VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA.

Detección de nitritos positiva o negativa.

Lugar de origen, nombre de la población.

Actividad, estudiantes, otra.

6.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Alumnos de la UMSNH seleccionados al azar.

6.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Usar arma de fuego (grupo control).

Ser estudiante de la UMSNH.

Ser mayor de 18 años.

Que accedan a participar en forma verbal o por escrito.

6.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

La contaminación accidental de la muestra que ponga en duda el resultado obtenido, como dejar expuesta la muestra.

Que la muestra no haya sido tomada adecuadamente, es decir, en la forma indicada.

6.7 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

No hay.

6.8 SELECCIÓN DE FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN:

La información teórica fue recopilada de páginas de internet, libros información recopilada al momento, los datos generales se obtuvieron mediante las encuestas a los alumnos de la UMSNH, las muestras se recolectaron mediante un soporte impregnado con solución salina y por contacto directo sobre las manos de los voluntarios y los resultados se presentaron en gráficas de pay y barras.

6.9 DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN:

La organización de los datos recopilados en las encuestas se presentó en gráficas de pay y de barras en un documento escrito en Microsoft Word y en una presentación en Power Point.

6.10 ASPECTOS ÉTICOS:

Se respetó la confidencialidad de los participantes de la UMSNH; así como los de los integrantes del grupo control. La participación de las personas en este estudio fue voluntaria y debido a que no se realizó un procedimiento invasivo, por lo anterior, no fue necesario el consentimiento por escrito como se menciona en el artículo No. 100 de la Ley General de Salud.

6.11 RECURSOS HUMANOS:

P.Q.F.B. Julisa Domínguez Granados, Participación en todas las fases del proyecto incluyendo el diseño, planeación, ejecución, reporte final y elaboración de tesis.

M.C. Juan Carlos Cortés García, Dirección del proyecto con participación en todas las fases incluyendo el diseño, planeación, ejecución, reporte final y elaboración de tesis.

6.12 RECURSOS MATERIALES:

Se cuenta con los recursos del laboratorio de Toxicología de la División de Estudios de Posgrado de la UMSNH.

6.13 PLAN DE DIFUSIÓN Y PUBLICACIÓN DE LOS RESULTADOS:

El trabajo final será presentado como una tesis para obtener el grado de Licenciada como Químico farmacobiólogo en la UMSNH, y se presentará en un congreso local, nacional o internacional.

7 RESULTADOS

7.1 SELECCIÓN DEL REACTIVO PARA LA DETECCIÓN DE NITRITOS.

La selección del reactivo se basó en la consulta bibliográfica y se encontraron reportes de distintas técnicas de preparación del reactivo de Griess^(3,5,6,9-11,12,27). Se probaron diversos procedimientos de detección de nitritos, para seleccionar el más adecuado:

Procedimiento 1.

- 1.- Sulfanilamida al 1% en agua destilada.
- 2.- N-naftiletilendiamina al 0.1% en agua destilada.
- 3.- NaNO_2 1×10^{-2} M en 50 ml en agua destilada.

Tabla 1. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con agua destilada.

REACTIVO	CANTIDAD
Sulfanilamida	1 g
N-naftiletilendiamina	0.1 g
Agua destilada	200 ml
Solución de nitrito de sodio 1×10^{-2} M	50 ml

Procedimiento 2.

- 1.- Solución de sulfanilamida al 1% en ácido fosfórico al 5%.
2. Solución de N-naftiletilendiamina al 0.1% en de ácido fosfórico al 5%.
- 3.- Solución de NaNO_2 1×10^{-2} M en 50 ml de agua destilada.

Tabla 2. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido fosfórico.

REACTIVO	CANTIDAD
Sulfanilamida	1 g
N-naftiletilendiamina	0.1 g
Ácido fosfórico al 5%	200 ml
Solución de nitrito de sodio 1×10^{-2} M	50 ml

Procedimiento 3.

- 1.- Solución de sulfanilamida al 1% en ácido clorhídrico al 5%.
- 2.- Solución de N-naftiletilendiamina al 0.1% en 100 ml de ácido clorhídrico al 5%.
- 3.- Solución de NaNO_2 1×10^{-2} M en 50 ml de agua destilada.

Tabla 3. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido clorhídrico.

REACTIVO	CANTIDAD
Sulfanilamida	1 g
N-naftiletilendiamina	0.1 g
Ácido clorhídrico al 5%	200 ml
Solución de nitrito de sodio 1×10^{-2} M	50 ml

Procedimiento 4.

- 1.- Solución de sulfanilamida al 1% en ácido acético al 5%.
- 2.- Solución de N-naftiletilendiamina al 0.1% en ácido acético al 5%.
- 3.- Solución de NaNO_2 1×10^{-2} M en 50 ml de agua destilada.

Tabla 4. Sistema de reactivos empleados para detectar nitritos con ácido acético.

REACTIVO	CANTIDAD
Sulfanilamida	1 g
N-naftiletilendiamina	0.1 g
Ácido acético al 5%	200 ml
Solución de nitrito de sodio 1×10^{-2} M	50 ml

Se realizaron detecciones de nitritos usando todos los métodos y después de evaluar los resultados se eligió el sistema de reactivos del procedimiento 4 para continuar con las detecciones de los nitritos (Figura 8) y se obtuvieron resultados favorables por la estabilidad y por la sensibilidad para desarrollar en la prueba la coloración tal como se observa en la figura 8.

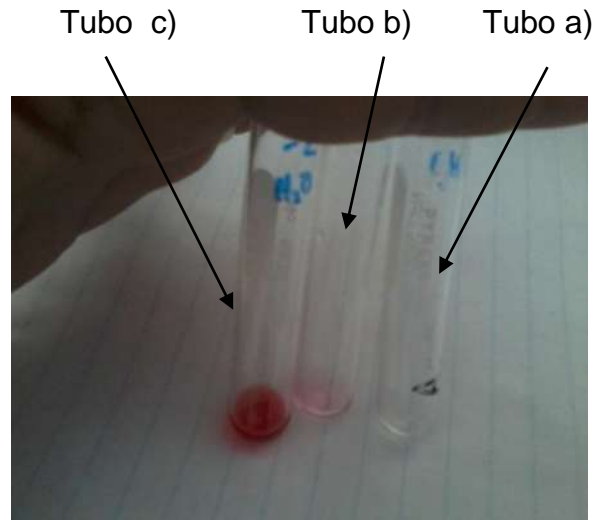


Figura 8. Detección de nitritos en solución. Se usaron dos concentraciones de nitritos y el control negativo con solución salina. Tubo a) Control negativo con solución salina, Tubo b) Solución de nitritos 1×10^{-4} M, Tubo c) Solución de nitritos 1×10^{-2} M.

Se puede observar que la concentración mínima de detección correspondió a 0.1 mM y la concentración mayor probada fue de 10 mM en este caso la intensidad de color fue excesiva (figura 8). De los experimentos anteriores se concluyó que el método final de preparación de reactivos fue la N-naftil-etilendiamina preparada al 0.1 % en solución de ácido acético al 5% y la sulfanilamida preparada al 1 % en solución de ácido acético al 5 %, y fue el que se empleó a lo largo de todas las detecciones posteriores.

7.2 SELECCIÓN DEL MATERIAL DE SOPORTE PARA EL MUESTREO Y DETECCIÓN DE NITRITOS

Los soportes que fueron puestos a prueba para la detección fueron el algodón, que es una de las fibras más puras; el fieltro, que es proveniente de la lana de borrego lo que lo hace resistente; pellón que es un material textil resistente y puro; y las toallitas húmedas que son resistentes a químicos agresivos y tienen gran resistencia y absorción.

El procedimiento de detección de nitritos con los diferentes soportes se probó con la solución de nitritos 1×10^{-2} M y 1×10^{-4} M y se compararon los resultados.

El procedimiento para detectar nitritos, utilizando algodón como soporte para el muestreo y recolección fue el siguiente.

- 1.- Se utilizaron fragmentos de algodón del tamaño de una torunda.
- 2.- Se humedecieron con solución salina fisiológica y se colocaron en cajas de petri.
- 3.- El primer algodón únicamente se le agregó la solución salina debido a que sería el control negativo.
- 4.- Al segundo algodón se le agregaron 100 μ l de solución de nitrito de sodio 1×10^{-4} M.
- 5.- Al tercer algodón se le agregaron 100 μ l de solución de nitrito de sodio 1×10^{-2} M.
- 6.- Enseguida a cada uno de los tres algodones se les agregaron 300 μ l de Sulfanilamida al 1% y 30 segundos después se les agregaron 300 μ l de N-naftil-etilendiamina al 0.1%.
- 7.- Esperamos un margen de 10 minutos para observar los resultados.

En menos de los 10 minutos se presentaron las reacciones coloridas en los 3 algodones, se presentó la coloración rosa con intensidad disminuida, en el algodón considerado como el control negativo (figura 9), y la coloración rosa de mayor intensidad se presentó en el algodón con la mayor concentración de nitritos (figura 9).

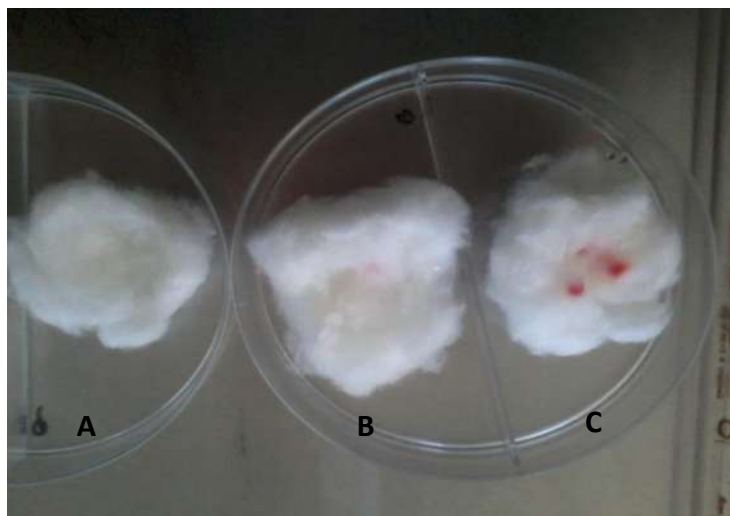


Figura 9. *Uso de algodón como soporte para muestreo y recolección de nitritos. Fragmentos de algodón utilizados para la detección de nitritos en el proceso de selección del soporte. A) Control Negativo; B) Fragmento con solución de nitritos 1×10^{-4} M; C) Fragmento con solución de nitritos 1×10^{-2} M.*

Para verificar la reacción positiva, en el control negativo, se repitió el procedimiento cuidando de no contaminar el soporte de algodón con solución de nitritos y de todas formas, se presentó una coloración característica de un resultado positivo (figura 10).



Figura 10. Detección de nitritos usando como soporte algodón. Fragmento de algodón tomado como control negativo, humedecido con solución salina.

7.3 ELECCIÓN DEL SOPORTE DISTINTO AL ALGODÓN.

Para la selección del material de soporte en la toma la muestra y detectar nitritos, se probaron diferentes soportes como, gasa, pellón, toallitas húmedas desinfectantes (hechas de celulosa y poliéster), tela de algodón, fieltro, tela de polipropileno (Figura 11).

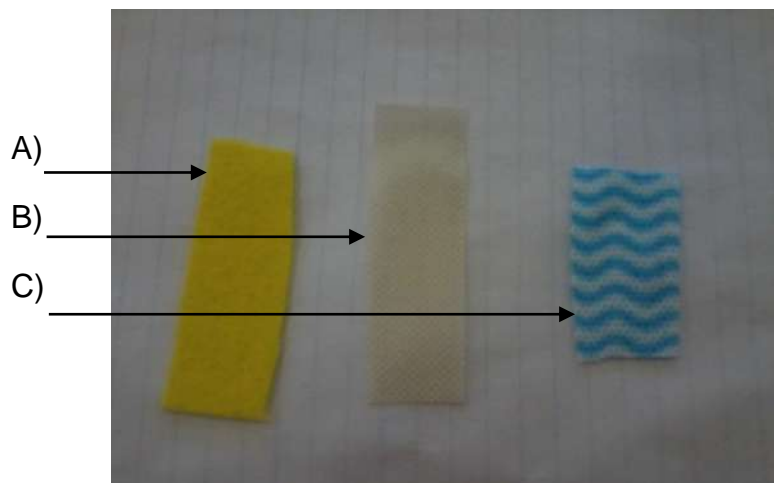


Figura 11. Materiales utilizados como soporte en el muestreo y recolección de nitritos. Los soportes finales para la toma de muestra. A) Fieltro, B) Tela de polipropileno, C) Poliéster

El protocolo para elegir el soporte de muestreo, consistió en lo siguiente:

1. Se impregnaron los fragmentos de cada uno de los soportes con solución salina fisiológica.
2. A cada fragmento se les aplicaron 100 microlitros de solución de nitritos 1×10^{-4} M.
3. Se agregaron 300 microlitros de N-naftiletilendiaminal 0.1 % disuelta en ácido acético 5% y se incubo a temperatura ambiente por 30 segundos.
4. En seguida se agregaron 300 microlitros de sulfanilamida 1% disuelta en ácido acético 5%
5. Se observaron los resultados en los siguientes 10 minutos, y los criterios de selección fueron, reacción positiva se indica por una coloración roja, reacción negativa por una ausencia de coloración.

En la figura 12 se observa una reacción positiva en algunos materiales como las toallitas húmedas, con concentraciones elevadas y bajas de nitritos, y en el control negativo no se observó ningún tipo de reacción, sin embargo, no se utilizaron porque tal vez después podría haber algún inconveniente con los aditivos de estas telas.

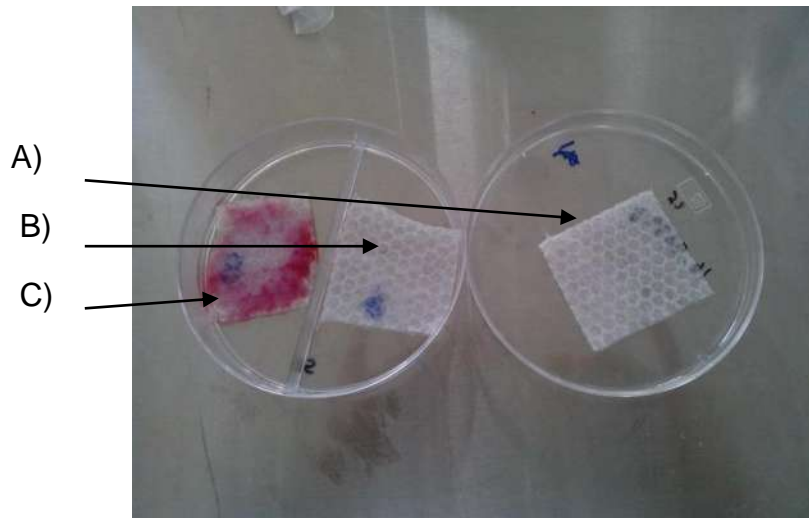


Figura 12. Fragmentos de toallitas húmedas, procesadas para la detección de nitritos con los reactivos preparados en solución de ácido acético al 5%. A) Control negativo, B) Solución de nitritos 1×10^{-4} M, C) Solución de nitritos 1×10^{-2} M.

Entre los distintos tipos de soportes el que dio el resultado más favorable fue el pellón y lo seleccionamos para realizar el muestreo ya que al hacer las pruebas se detectó que el control positivo obtenía la coloración rojiza característica de la presencia de nitritos y el control negativo no presentó ninguna coloración en un margen de entre una hora y media y dos horas después de aplicar los reactivos (figura 13), este tiempo es suficiente para señalar a la reacción como negativa, sin embargo a mayor tiempo de observación, se presentó una ligera coloración rosada, la cual, tomando en cuenta el tiempo transcurrido, pudo deberse a la oxidación de los reactivos al entrar en contacto con el ambiente. Por lo que se optó por utilizar este soporte para el muestreo final.

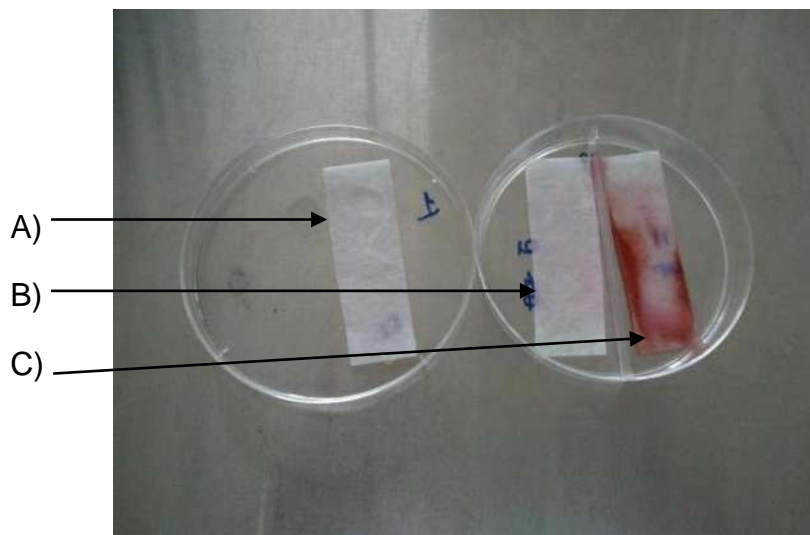


Figura 13. Fragmentos de pellón procesados para la detección de nitritos con los reactivos preparados en solución de ácido acético al 5%. A) Soporte control negativo, B) Soporte con solución de nitritos 1×10^{-4} M, C) Soporte con solución de nitritos 1×10^{-2} M.

7.4 DETECCIÓN REALIZADA EN VOLUNTARIOS A LOS CUALES SE LES APLICÓ SOLUCIÓN DE NITRITO DE SODIO EN LAS MANOS.

La prueba piloto incluyó la detección de nitritos en 8 voluntarios, utilizando el control positivo y el control negativo

- 1.- se aplicaron 100 microlitros de la solución de nitritos, preparada en tres distintas concentraciones en algodón humedecido con solución salina fisiológica.
- 2.- Se agregaron 300 microlitros de N-naftiletildiamina al 0.1% en ácido acético al 5%.
- 3.- 30 segundos después de lo anterior se agregaron 300 microlitros de sulfanilamida al 1% en ácido acético al 5%.

7.5 MUESTREO A UN GRUPO CONTROL POSITIVO

La técnica utilizada para recolectar las muestras del grupo control fue la siguiente:

- 1.- Se les solicitó a los voluntarios realizar previamente algunos disparos.
- 2.- Una vez que realizaron los disparos con el arma se les colocó sobre la palma de su mano el soporte para la toma de muestra, y se les realizaron algunas preguntas.
- 3.- Se les indicó limpiarse ambas manos con el mismo soporte (pellón).
- 4.- Los voluntarios colocaron su respectiva muestra en pequeñas bolsas de plástico, previamente rotuladas.

Las muestras se guardaron en pequeñas bolsas de plástico, evitando el contacto directo con la luz, y de esta manera se transportaron al laboratorio para realizar la detección.

Se realizó un muestreo a un grupo control positivo conformado por individuos que practican el tiro, en un club de caza de la ciudad de Zitácuaro y se obtuvieron 18 muestras. El muestreo se realizó después de disparar un arma de fuego en un margen de tiempo de entre 2 y 10 minutos posteriores al disparo.

Para determinar una probable interferencia por el lavado de manos, se muestreo después de haber realizado un disparo de arma de fuego y de hacerse un lavado de manos, ambas muestras, la previa al lavado de manos y la posterior indicaron presencia de nitritos.

También se verificó la presencia de nitritos antes de realizar el disparo, mediante la toma de muestra previa a la realización y el resultado fue la ausencia de nitritos. En la muestra tomada posteriormente a la ejecución del disparo del mismo voluntario se detectó la presencia de nitritos.

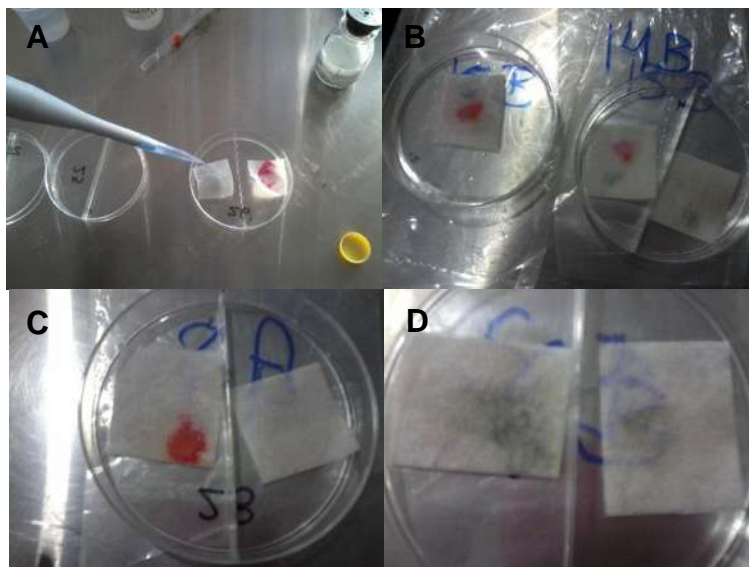


Figura 14. A) Control positivo y negativo. B) Muestras positivas posteriores al disparo. C) Muestra positiva posterior al disparo y negativa previa al disparo. D) Muestras negativas previas al disparo.

Al realizar el procesamiento de las muestras control en el laboratorio, se obtuvieron 17 muestras positivas y 1 muestra negativa, y los resultados fueron reflejados en la figura 15.



Figura 15. Detección de nitritos en un grupo control. Porcentaje de muestras positivas (azul) y porcentaje total de muestras negativas (rojo) obtenidas en el grupo de 18 personas, que dispararon un arma de fuego

7.6 RESULTADOS DEL MUESTREO EN LOS ALUMNOS DE LA UMSNH

Se realizó el muestreo en la población de la Universidad Michoacana, las personas a las que se les realizó el análisis fueron elegidas al azar y se tomaron 10 muestras por cada escuela y facultad, únicamente tomando en cuenta que fueran alumnos inscritos de la universidad. El total de muestras fue de 189 de las cuales 159 fueron alumnos del estado de Michoacán y el resto de otros estados (figura 16).



Figura 16. Distribución geográfica de las personas que se les detectaron nitritos. Se representan 189 personas estudiantes de la UMSNH, del Estado Michoacán (azul) de otros estados (rojo).

En la siguiente figura se presenta el número de muestras por cada municipio del estado de Michoacán, y cuáles fueron los municipios de los que se obtuvo un mayor número de personas muestreadas.

DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON EN LA DETECCIÓN DE NITRITOS POR MUNICIPIO.

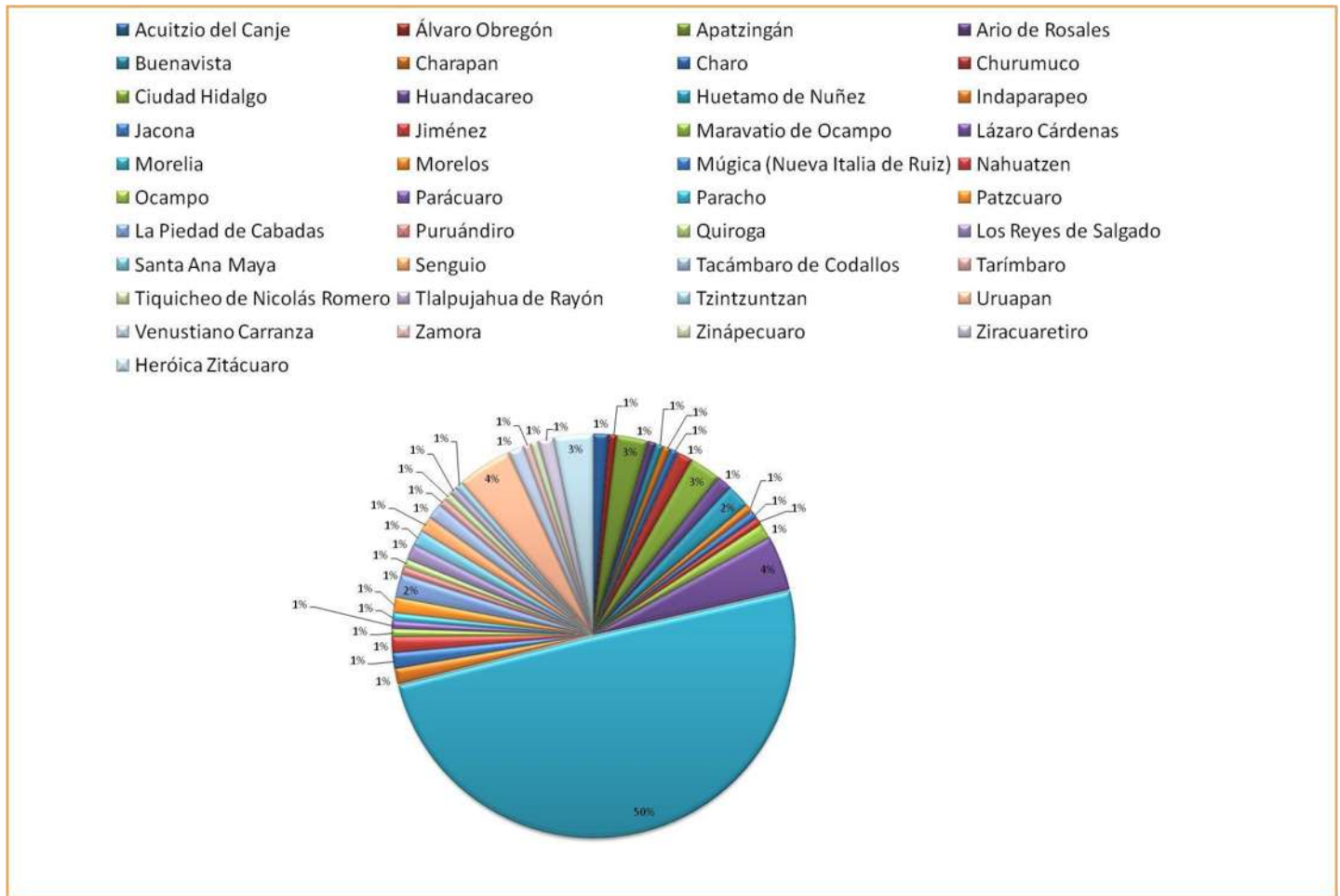


Figura 17. Municipio de Morelia (azul), Lázaro Cárdenas (morado), Uruapan (coral), Zitácuaro (azul claro), Apatzingán (verde oscuro) y Ciudad Hidalgo (verde).

A continuación se muestran las gráficas de los resultados de muestras positivas y negativas por Escuela o Facultad. La Facultad de Biología presenta el número mayor de muestras positivas y las dependencias universitarias con una muestra positiva fueron Medicina, Odontología, Veterinaria, Contaduría y Administración y Arquitectura. (Figura 18)

DISTRIBUCIÓN DE PRUEBAS POSITIVAS POR FACULTAD



Figura 18. Distribución de pruebas positivas por Facultad. Cada barra representa la frecuencia de resultados positivos. Eje X indica las facultades muestreadas. Eje Y indica el número de muestras positivas.

En la siguiente gráfica (figura 19) observamos cual fue la Facultad con un mayor número de muestras negativas tomando en cuenta que fue a la que se le realizo un mayor número de muestreo, y de las otras Facultades que se tomaron únicamente las 10 muestras correspondientes la que tiene el menor número de muestras negativas es la Facultad de Biología.

DISTRIBUCIÓN DE PRUEBAS NEGATIVAS POR FACULTAD

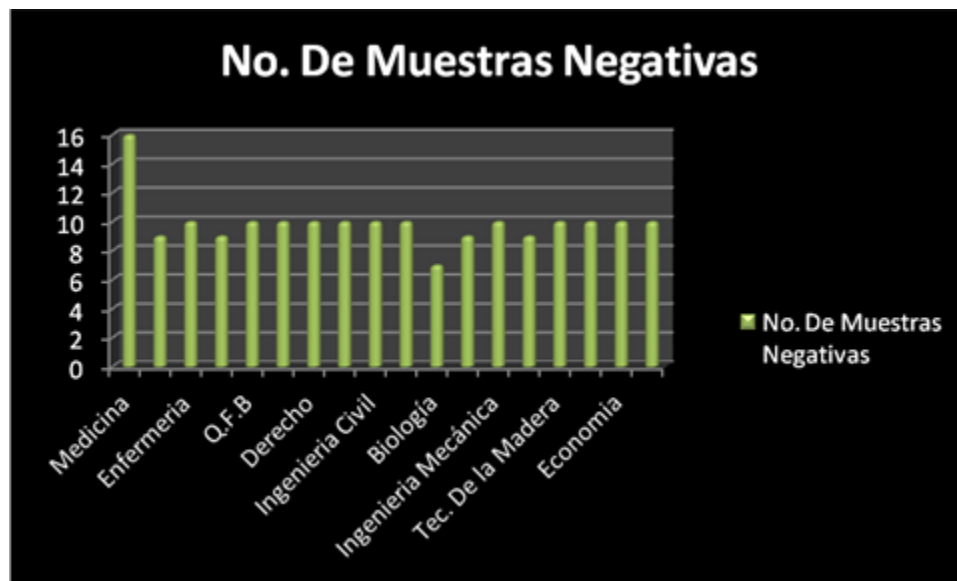


Figura 19. Distribución de pruebas negativas por facultad. Cada barra representa la frecuencia de resultados negativos. Eje X indica las Facultades muestreadas. Eje Y indica el número de muestras negativas.

En la siguiente gráfica se muestran los resultados del número total de muestras negativas y el número total de muestras positivas expresado en porcentaje. El resultado obtenido de muestras positivas fue mayor al esperado el cual era menor o igual al 1%.

POBLACIÓN TOTAL ANALIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS



Figura 20. Población total analizada para la determinación de nitritos. 8 muestras positivas (rojo) y 181 muestras negativas (rosa).

La siguiente gráfica refleja el resultado en porcentaje según el sexo, se presenta un mayor porcentaje de muestras del género masculino, esto debido a que al realizar el muestreo hubo menos disposición de las personas de género femenino.

DISTRIBUCIÓN DE PRUEBAS POR GÉNERO EN LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS



Figura 21. Detección de nitritos de acuerdo al sexo. 140 personas del sexo masculino (lila) y 49 del sexo femenino (morado).

La siguiente gráfica muestra los porcentajes de las principales fuentes de nitritos reportadas con las que estuvieron en contacto las personas que fueron muestreadas. El orden de mayor a menor contacto fueron: pinturas 51%, fertilizantes 23% y alfarería 2%; el resto no reportaron haber tenido contacto con ninguna fuente de nitritos.

DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS POSIBLES FUENTES DE NITRITOS REPORTADAS.

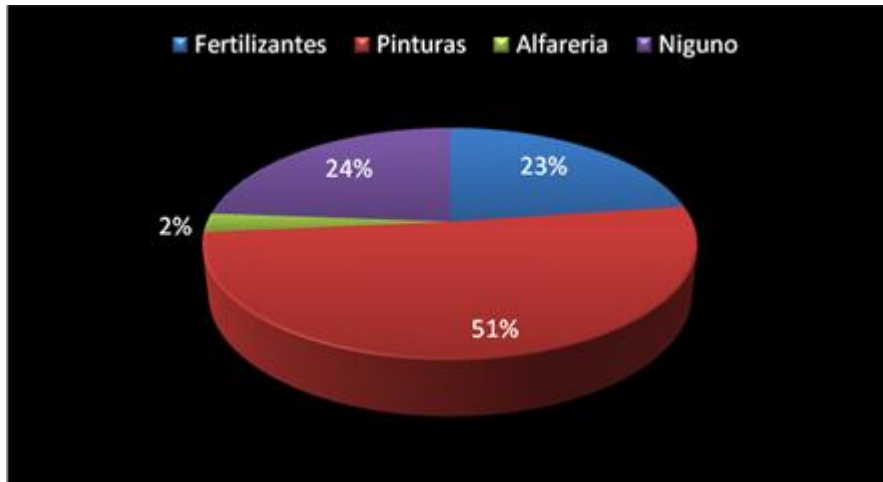


Figura 22. Fuentes de nitritos reportadas. Pinturas (rojo), fertilizantes (azul) y alfarería (verde).

La siguiente gráfica muestra el porcentaje de personas muestreadas que utilizaron arma de fuego. Donde una menor cantidad reportó el uso de este tipo de armas.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL USO DE ARMA DE FUEGO

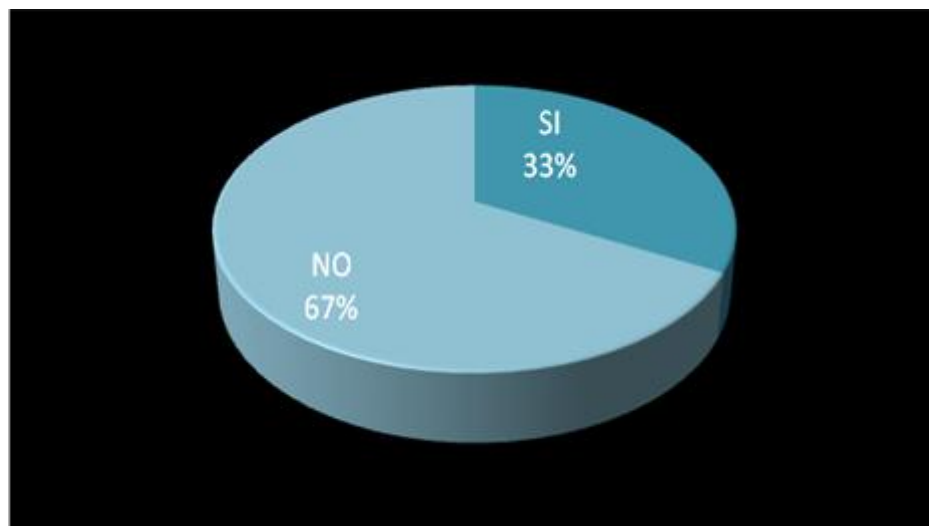


Figura 23. Detección de nitritos y uso de arma de fuego. Uso de arma de fuego (azul oscuro).

La siguiente gráfica muestra en porcentaje las personas muestreadas que utilizan alguna crema o loción para manos, que puede ser un factor de confusión en los resultados, en donde el mayor porcentaje usa crema o loción.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS PERSONAS QUE USAN ALGUN TIPO DE CREMA O LOCIÓN PARA MANOS

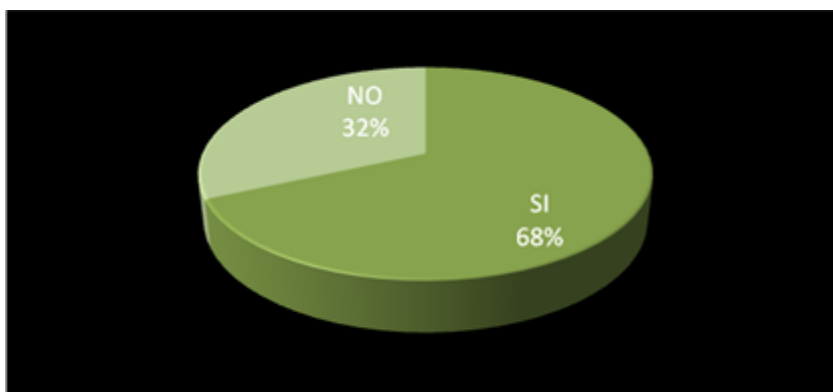


Figura 24. Detección de nitritos y uso de crema o loción para manos. Uso de crema o loción (verde olivo).

La figura 25 muestra los intervalos de tiempo transcurrido desde el último momento que se lavaron las manos hasta que se les fue tomada la muestra, donde todos los participantes se lavaron las manos en las últimas 24 hrs y el mayor porcentaje el lavado lo había realizado antes de 2 hrs.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS TIEMPOS QUE TRANSCURRIERON A PARTIR DEL ÚLTIMO LAVADO DE MANOS QUE SE REALIZARON LOS VOLUNTARIOS.

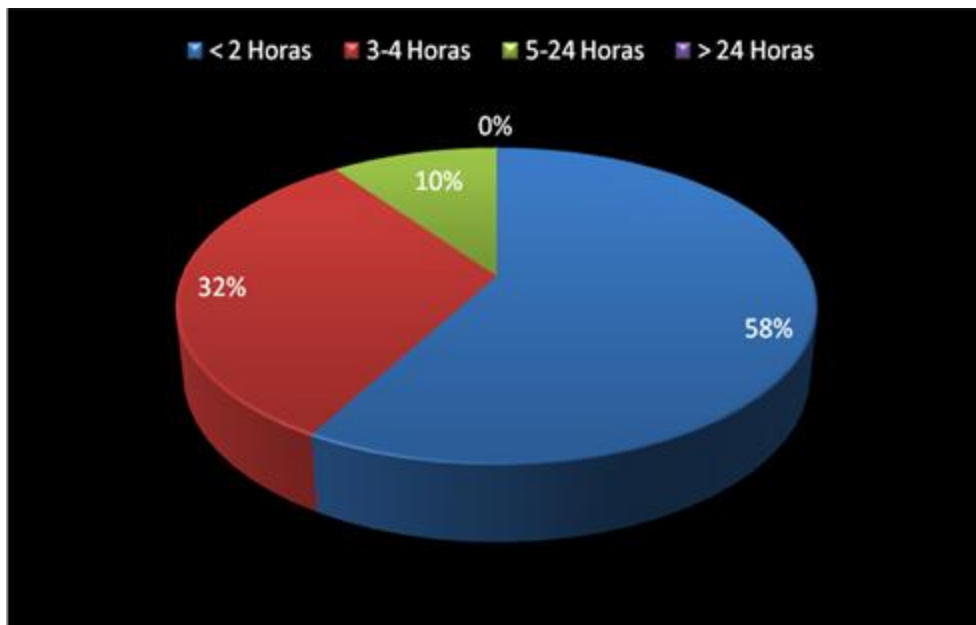


Figura 25. Detección de nitritos y frecuencia del lavado de manos. Menos de 2 horas (azul).

8 DISCUSIÓN

Los nitritos son productos de la degradación de los nitratos y de los grupos nitrogenados de los nitroderivados orgánicos, tal como la nitrocelulosa, ampliamente utilizada con el nombre de “pólvora sin humo” o “pólvora inoxidante”, con la que se cargan la totalidad de los cartuchos modernos. Los nitritos no se encuentran presentes en el medio comúnmente, sin embargo podemos encontrarlos en fuentes tales como los fertilizantes, las pinturas y algunos materiales utilizados para la alfarería como el barniz y en algunas ocasiones el mismo barro.²⁸

La prueba de Griess o Walker sigue siendo utilizada para determinar la distancia a la cual se realizó un disparo por arma de fuego.

Sin embargo, la técnica con la cual que se realiza esta determinación es distinta a la empleada en el presente trabajo debido a que en este caso se utilizó para detectar la presencia de residuos de nitritos en las manos de los alumnos únicamente y no para determinar la distancia a la que se haya realizado un disparo.

Esta determinación podría ser considerada como prueba complementaria de la ya conocida “prueba de rodizonato” pues tiene la ventaja de ser de bajo costo.

La desventaja de esta prueba es que no podría ser utilizada como única en la detección de residuos por arma de fuego pues podría presentarse un falso positivo por contaminación de alguna otra sustancia que contenga nitritos como los fertilizantes y las pinturas.

En el presente trabajo se observó que todos los participantes estuvieron en contacto con fuentes de nitritos que se tomaron en cuenta fueron los fertilizantes, la alfarería y las pinturas además del uso de arma de fuego. Debido a que el estado de Michoacán es uno de los principales productores de artesanías y que muchos de los estudiantes muestreados se dedican a este trabajo, así como a las labores en el campo y la hojalatería, estas actividades posibilitan el contacto con nitritos lo cual daría lugar a que se presenten resultados positivos por esta causa. Es por eso que se llevó a cabo la clasificación de la información que proporcionaron en cuanto a si tenían contacto con alguna de estas fuentes de nitritos y como se mostró en los resultados la mayoría de los estudiantes de la UMSNH muestreados tienen contacto con pinturas, le siguen los fertilizantes y en menor porcentaje la alfarería. A pesar del contacto la mayoría de las personas muestreadas presentaron resultados negativos a nitritos, lo cual indica que el contacto con la fuente de nitritos se realizó con varios días de antelación lo que limitó su detección.

Sin embargo, el uso de armas de fuego si se realiza con mayor frecuencia, sobre todo actualmente debido a la incursión de los llamados grupos de “autodefensa” que están en activo y no se descarta que dentro de ellos se encuentren algunos estudiantes pertenecientes a los municipios de la región de Tierra Caliente mismos que se encuentran inscritos en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Como el 14 de Enero del 2014 se registró un enfrentamiento entre el ejército y los “autodefensas” al pretender ingresar al municipio de Uruapan. Lo que entre los fallecidos se dio a conocer que se encontraba el cuerpo de un joven de 17 años de edad aproximadamente.²⁹

9 CONCLUSIONES

- 1.- La evaluación realizada en estudiantes de nivel superior acerca de la detección de nitritos es posible.
- 2.- La implementación de la prueba de Griess o Walker en manos fue útil para la detección de nitritos en alumnos de la UMSNH.
- 3.- Se detectó un porcentaje de pruebas positivas mayor a lo esperado en los alumnos de la UMSNH.
- 4.- Se detectaron satisfactoriamente los nitritos en el grupo control positivo.
- 5.- Se logró hacer una clasificación de las posibles fuentes de nitritos en los alumnos de la UMSNH que pudieran dar como resultado un falso positivo.

10 BIBLIOGRAFÍA:

- (1) Instituto Ciudadano de Estudios Sobre la Inseguridad A.C. Cuaderno del ICESI-6. Encuestas nacionales sobre inseguridad. Mortalidad por Homicidios en México. México 2010.
- (2) Martínez EE. Desalojan albergues estudiantiles en Morelia; 7 lesionados y 194 detenidos. La Jornada. 29 Abril 2012: p. 27.
- (3) Universidad Autónoma de Nuevo León. Detonantes de armas de fuego.[Página principal en internet] Nuevo León:[Actualizado 31 Dic 2010;Citado 22 Ene 2012]. Disponible en: http://www.cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080123957/1080123957_02.pdf.
- (4) Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos. Título tercero, capítulo primero, artículo 41. Diario Oficial de la Federación. (23-01-2004).
- (5) Hikal CW. Residuos de Disparo por Arma de Fuego. Archivos de Criminología, Criminalística y Seguridad Privada. 2011;(1):1-11.
- (6) Nuñez J, Toro J. La investigación Criminal y la Técnica Criminalista. 6a ed. México: Jurídica; 2012.
- (7) Ferrer E, Castillo G. Michoacán: Jornada de violencia deja cinco muertos. La Jornada. 11 Ago 2012: p. 15.
- (8) Olivares AE. Tres de cada diez estudiantes víctimas de violencia. La Jornada. 22 Nov 2013: p. 8
- (9) Buquet A. Manual de Criminalística Moderna: La Ciencia y la Investigación de la Prueba. 1a ed. México DF: Siglo veintiuno Editores; 2006. p. 39, 40.
- (10) Cibrián VO. Balística: Técnica y Forense. 2a ed. Argentina: La Rocca; 2009. p. 576.
- (11) Di Maio M, Vincent J. Heridas por Arma de Fuego: Aspectos prácticos sobre las armas de fuego, balística y técnicas forenses. 1a ed. Argentina: La Rocca; 2010. p. 5-12.
- (12) Locles RJ. Tratado de Balística: Métodos para determinar la existencia de restos válidos de un disparo de arma de fuego. 1a ed. Argentina: La Rocca; 2010.
- (13) Repetto JM, Repetto KG. Toxicología Fundamental. 4a ed. Díaz de Santos; 2009.
- (14) Juhl EM. Química e Investigación Criminal. 2a ed. Barcelona: Reverte; 2010.

- (15) Molina M. Biología Forense. Laboratorio de Criminalística. 4a ed. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia; 2011.
- (16) Rodes LF. Laboratorio Forense. 1a ed. España: Publicaciones Universidad de Alicante; 2013.
- (17) Anadón MJ, Robledo MM. Manual de Criminalística y Ciencias Forenses: Técnicas forenses aplicadas a la investigación criminal. 1a ed. España: Tébar; 2010. p. 500.
- (18) Rocañin FJ, Forneiro CJ, Fuertes IC. Manual de Ciencias Forenses. 3a ed. Madrid: ARÁN; 2009.
- (19) Gutiérrez CA. Manual de Ciencias Forenses y Criminalística. 2a ed. México: Trillas; 2008.
- (20) Juventino SM. Criminalística. 2a ed. México; Limusa; 2010.
- (21) Romo PO. Medicina Legal: Elementos de Ciencias Forenses. 1a ed. Chile: Jurídica de Chile; 2000. [Consultado 23 de Noviembre del 2013]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=hb-nNb1JMRUC&printsec=frontcover&dq=Ciencias+forenses&hl=es&sa=X&ei=hgTrUvHqEYHfoATLyYGoCw&ved=0CC8Q6AEwAQ#v=onepage&q=Ciencias%20forenses&f=false>
- (22) Hikal W. Introducción al estudio de la Criminología. 1a ed. México: Porrúa; 2009. [Consultado el 23 de Noviembre del 2013]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=Ja7xfskXhuEC&pg=PR11&dq=balistica+forense&hl=es&sa=X&ei=sQfrUrbgPMSxoQTrxIG4Ag&ved=0CDoQ6AEwATgK#v=onepage&q=balistica%20forense&f=false>
- (23) Rámila NJ. La ciencia contra el crimen. 1a ed. España: Nowtilus; 2010. [Consultado el 26 de Noviembre del 2013]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=cLjhB07Yap0C&pg=PA201&dq=balistica+forense&hl=es&sa=X&ei=5AnrUsLhJ4z2oATP8oLACA&ved=0CDoQ6AEwATgU#v=onepage&q=balistica%20forense&f=false>
- (24) Posada JJ. Tratado de Balística Criminalística. 3a ed. Cuba: Si-Mar; 2010.
- (25) Guzmán CA. Manual de Criminalística. 2a ed. Argentina: B de F; 2011.
- (26) Hincapié ZJ. Balística avanzada: consideraciones para la aplicación de la Balística a la investigación de los delitos contra la vida y la integridad personal. 1a ed. España: Librería del Profesional; 2000.

(27) Segura J, Serrano J. [Homepage en internet]. México D.F. Revista todo seguridad.c2012 [Actualizada 16 Diciembre 2013; 16 Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.todoseguridad.org/?p=122>

(28) Pacheco AJ, Cabrera SA. Ingeniería Ambiental. FIUADY; 2(7) [Consultada 16 Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/fuentes.pdf>

(29) Gil OJ. Se enfrentan Ejército y autodefensas en Michoacán; se habla de entre 7 y 12 muertos. Proceso. 14 Ene 2014. p. 12.

11 GLOSARIO:

Deflagración: Combustión rápida con llama y sin explosión.

Detonante: Agente capaz de producir una acción o proceso.

Ignición: Acción de desencadenar una combustión.

Nitritos: Productos de la degradación de los nitratos y de los grupos nitrogenados de los nitroderivados orgánicos, tal como la nitrocelulosa

Porrismo: Conjunto diverso de hechos de violencia que tienen lugar en espacios educativos.

Porro: Integrante de una organización que persigue distintos intereses particulares, ya sean éstos políticos o económicos, basados en la violencia organizada, en el asilarse en instituciones estudiantiles y en el fungir como grupo de choque mercenario.

Propelente: Explosivo usado para disparar proyectiles en armas de fuego.

Prueba de Walker: Método que tiene por objeto la detección de nitritos.

12 ANEXOS:

Encuesta realizada a los alumnos participantes en la detección de nitritos.

1.- ¿A cuál Escuela o Facultad perteneces?

2.- ¿Cuál es tu lugar de origen?

3.- ¿Utilizas frecuentemente alguna fuente de nitritos tales como fertilizantes, pinturas o alfarería?

4.- ¿Has utilizado recientemente un arma de fuego?

5.- ¿Utilizas alguna crema o loción para manos?

6.- ¿Cuánto tiempo transcurrió a partir de la última vez que te lavaste las manos?

