



EL DAZER DE NUESTROS
DIAS LA RAIZ DE NUESTRO
FUTURO

UNIVERSIDAD DE SONORA

UNIDAD REGIONAL SUR

DIVISION DE CIENCIAS E INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICO BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS
E IDENTIFICACIÓN DE DROGAS Y SUS
EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO BIÓLOGO CLÍNICO

PRESENTA:

Perla Guadalupe León Aréchiga

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



Universidad de Sonora
Unidad Regional Sur
División de Ciencias e Ingeniería
Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias

Métodos para el Análisis e Identificación de Drogas y sus Efectos
Nocivos a la Salud

TESIS

Para obtener el título de:
QUÍMICO BIÓLOGO CLÍNICO

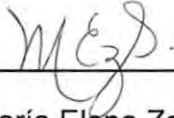
Presenta:
Perla Guadalupe León Aréchiga

NAVOJOA, SONORA

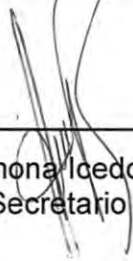
SEPTIEMBRE DEL 2013

FORMA DE APROBACIÓN

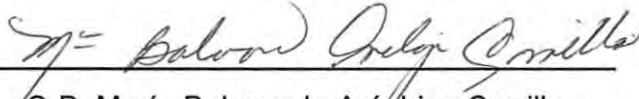
Los miembros del jurado asignado para revisar la Tesis Profesional de PERLA GUADALUPE LEÓN ARÉCHIGA, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el Título de Químico Biólogo Clínico



Dra. María Elena Zayas Saucedo
Presidente



M.C. Ramona Icedo García
Secretario



Q.B. María Balvaneda Aréchiga Carrillo
Vocal



Q.F.B. Gloria Alicia Limón Reynosa
Suplente

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por todo lo que me ha dado, unos maravillosos padres que me han apoyado siempre en todo. A mi hermano porque aunque lejos él siempre me da un consejo el mejor para mí, y a todas las personas que me estiman y que estuvieron siempre recordando y alentándome a terminar la tesis.

A todas estas grandiosas personas les agradezco de todo corazón por todo lo que me han brindado y que aún siguen y seguirán conmigo en los momentos buenos y malos.

CONTENIDO

	Página
FORMA DE APROBACION.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
Objetivos específicos.....	7
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I	
1.1 Antidoping.....	11
1.2 Clasificación farmacológica de las drogas.....	11
1.3 Efectos nocivos de las drogas.....	13
1.3.1 Efectos nocivos de la marihuana.....	13
1.3.2 Efectos nocivos de la cocaína.....	14
1.4 Consumo de drogas en México.....	15
1.5 Aspectos legales del antidoping.....	18
CAPÍTULO II	
2.1 Tipos de muestras para realizar el antidoping.....	21
2.1.1 Sangre.....	21
2.1.2 Orina.....	23
2.3 Determinación de características fisicoquímicas de la orina.....	25
2.3.1 Color y Aspecto.....	25
2.3.2 pH.....	25
2.3.3 Densidad.....	25
2.3.4 Temperatura.....	25
2.4 Cadena de custodia.....	26
CAPÍTULO III	
3.1 Métodos presuntivos del antidoping.....	28
3.1.1 Cromatografía.....	28
3.1.2 Inmunoensayo.....	30
3.1.3 Inmunocromatografía.....	30
3.1.4 Inmunoensayo enzimático.....	36
3.1.5 Inmunoensayo por polarización de fluorescencia.....	38
3.1.6 Radioinmunoensayo.....	40
3.2 Métodos confirmativos del antidoping.....	42
3.2.1 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.....	42
3.2.2 Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas.....	46
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Bibliografía.....	51

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación de las drogas según su efecto.....	12
2	Vida media aproximada de eliminación de las drogas y algunos metabolitos del plasma.....	22
3	Duración aproximada de las drogas y algunos de sus metabolitos en orina.....	24
4	Formato de la cadena de custodia para la detección de drogas.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Tendencias del consumo de drogas del 2002-2011, población total de 12 a 65 años.....	16
2	Tendencias de la media de edad del inicio del consumo de drogas en población de 12 a 65 años.....	17
3	Separación de componentes mediante la cromatografía.....	29
4	Prueba rápida basada en inmunoensayo cromatográfico.....	31
5	Esquema de un inmunoensayo negativo.....	33
6	Esquema de un inmunoensayo positivo.....	34
7	Esquema de un inmunoensayo no valido.....	35
8	Equipo de inmunoensayo enzimático.....	37
9	Equipo de inmunoensayo por polarización de fluorescencia.....	39
10	Equipo de radioinmunensayo.....	41
11	Equipo de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.....	44
12	Equipo de cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas.....	48

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los métodos de análisis e identificación de drogas de marihuana y cocaína en muestras biológicas y su relación con la salud.

Objetivos específicos

Describir los métodos para la identificación de drogas.

Determinar las muestras biológicas ideales para el análisis de drogas.

Indicar los efectos nocivos a la salud que causan las drogas.

RESUMEN

El antidoping es un término comúnmente utilizado para nombrar a las pruebas de detección de drogas. Los exámenes antidoping tienen hoy en día, un amplio soporte legal mediante normas y leyes que estipulan su aplicación para la prevención o control de adicciones. En los últimos años en México se ha incrementado el porcentaje de consumidores de drogas y las principales drogas que se consumen son: la marihuana y la cocaína conocidas como drogas ilegales.

El antidoping se realiza en diversas muestras biológicas entre las cuales se encuentran la sangre y la orina, que son idóneas para realizar estas pruebas ya que son de fácil recolección y análisis.

En la actualidad existe una gran variedad de métodos y técnicas que se utilizan en estudios presuntivos y confirmativos de drogas pero es importante elegir los mejores para que el resultado sea confiable. Algunos de los métodos presuntivos que se utilizan para detectar drogas son: la cromatografía y los inmunoensayos.

Los estudios confirmativos como su nombre lo dice, dan el resultado final para confirmar un resultado positivo presuntivo pero mucho más específico dando no solo el tipo de droga sino la cantidad de la droga. La técnica más usada es la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM). En la actualidad la cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC-EM) ha tenido un mejor desempeño y muchas ventajas que la cromatografía de gases.

El consumo de las drogas repercute en la persona no solo a nivel cerebral sino también físicamente y puede desencadenar múltiples enfermedades e incluso la muerte. Las drogas tienen sus efectos inmediatos de placer pero también efectos nocivos para la salud y se deben conocer los riesgos que implica el uso de drogas.

En esta tesis se realizará una descripción de los métodos de análisis presuntivos y confirmatorios para marihuana y cocaína y algunos efectos que estos causan en la salud.

INTRODUCCIÓN

El antidoping es una prueba que se realiza para la detección de drogas, es un término muy común pues ya no solo lo asociamos con el deporte sino globalmente en el ámbito laboral escolar y social (AMA, 2012).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) droga es toda sustancia que es capaz de actuar sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) del individuo provocando una alteración psíquica o intelectual, dicha sustancia puede ser terapéutica o no, y puede ser introducida al organismo por medio de los mecanismos de administración clásicos: inhalación de vapores o humo, ingestión o por vía endovenosa (OMS, 2011).

El uso de drogas ha sido una constante en todas las épocas y culturas. Su consumo se ubicaba en contextos determinados y rituales. En algunos casos, se usan para mitigar el cansancio; en otros, para facilitar determinadas sanaciones o actuar como un escape para evitar el malestar, y en otros muchos casos, más propios de nuestra época, sirve simplemente para diversión (López, 2006).

El abuso de sustancias tóxicas para la salud es un fenómeno que se está presentando en menor o mayor grado en gran parte de los países del mundo y que está repercutiendo severamente en todos los aspectos de la salud y de la sociedad (Salud pública, 2002).

El tipo de trabajo que las personas desempeñan es un factor por el cual se puede llegar a consumir drogas. En diferentes áreas laborales los horarios son más extensos esto implica mayor cansancio y que las personas estén en riesgo de consumir alguna droga para poder resistir la jornadas de trabajo (Salud pública, 2002).

Hoy en día la juventud y la rebeldía no es una característica esencial en los grupos consumidores de drogas ya que en ellos hay gente de todas clases sociales, pobres, ricos, negros, blancos, padres de familia, estudiantes, delincuentes, intelectuales, etc. que con gran facilidad hacen uso de estas sustancias, mismas que están prácticamente al alcance de todos (ENA, 2011).

El presente trabajo se enfoca al antidoping debido a que va en aumento el porcentaje de personas que consumen drogas. Se tiene en primer y segundo lugar el consumo de marihuana y cocaína respectivamente esta información se basa en los resultados de la encuesta nacional de adicciones 2011, pues en ella estas dos drogas ocupan el primer y segundo lugar en drogas de mayor consumo (ENA, 2011).

CAPÍTULO I

1.1 Antidoping

El antidoping es un término usado comúnmente para la detección de drogas el cual también puede ser llamado examen, prueba o test de droga, la palabra antidoping surge del polémico tema del uso de drogas en el deporte (AMA, 2012).

No se sabe a ciencia cierta de donde proviene la palabra doping, unos la asocian a una antigua palabra inglesa "dope", que era como una pasta o grasa lubricante, aunque hoy el término se usa como genérico de droga. La enciclopedia británica la atribuye a la voz flamenca "doop" que se usa para determinar una mezcla. También se dice que proviene del término surafricano "Dope", que era una bebida alcohólica que se usaba para poder realizar correctamente unas danzas ceremoniales (López, 2006).

Hoy en día el antidoping es aplicado no solo a los deportistas sino también en el ámbito laboral, escolar y privado en instituciones de gobierno estudiantes y maestros, a trabajadores de empresas privadas pues se está implementando para ayudar a prevenir y controlar el consumo de drogas (Palomo y Hernández, 2005).

1.2 Clasificación farmacológica de las drogas

Existen diferentes criterios para clasificar las drogas. Según sus efectos, su procedencia, si son legales o ilegales, suaves o duras y muchos otros. La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha clasificado las drogas agrupándolas según sus efectos, es decir, según induzcan pautas de comportamiento similares en los consumidores (NIDA, 2012).

Farmacológicamente, las drogas se clasifican en diferentes categorías según los efectos que pueden ocasionar en el sistema nervioso central. La clasificación se divide en tres categorías que son: depresores, estimulantes y alucinógenos como se puede mostrar en la Tabla1 (Smith, 2005).

Tabla 1. Clasificación de las drogas según su efecto (Smith, 2005).

Clasificación	Drogas	Efectos
Depresores	Alcohol	Disminución del estado de alerta
	Tranquilizantes	
	Opiáceos	Sedación
	Inhalables Barbitúricos	Somnolencia
		Deterioro del sistema locomotor
Estimulantes	Anfetaminas	Inadecuada percepción del riesgo
	Cocaína	
	Nicotina	Euforia
	Cafeína	
		Irritabilidad
Alucinógenos	Marihuana	Depresores
	Éxtasis	
	LSD	Sedantes
		Alteración de la percepción
		Alucinantes

1.3 Efectos nocivos de las drogas

De acuerdo al Instituto Nacional de la Drogadicción (IND) los efectos físicos del abuso de las drogas en el cuerpo pueden variar dependiendo del método que se use para introducir la droga, del tipo que se use y la frecuencia y duración del uso. Los cambios en el cerebro incluyen paranoia, alucinaciones, problemas de memoria, agresión, depresión, convulsiones, ataques al corazón y daño cerebral (IND, 2010).

Los efectos físicos que se pueden presentar son problemas respiratorios que incluyen asma, enfisema y cáncer de pulmón. Los efectos cardíacos incluyen latidos cardíacos anormales, venas colapsadas y ataques al corazón. Puede afectar a los bebés por nacer incluyendo abortos, partos prematuros, bajo peso al nacer y problemas de conducta. Los efectos gastrointestinales incluyen los vómitos, las náuseas, el dolor y el daño hepático y renal. El abuso de drogas durante la infancia puede afectar en el crecimiento o problemas hormonales (IND, 2010).

1.3.1 Efectos nocivos de la marihuana

El ingrediente activo de la marihuana es el tetrahidrocannabinol (THC), el cual permanece en el cuerpo durante semanas o incluso más tiempo. El humo de la marihuana contiene del 50% al 70% más sustancias tóxicas que el humo del tabaco las cuales pueden causar cáncer. Un cigarro de marihuana puede causar el mismo daño a los pulmones que cinco cigarrillos de tabaco fumados uno detrás del otro. Los fumadores de marihuana de toda la vida a menudo sufren de bronquitis y una inflamación del tracto respiratorio (Muñoz, 2009).

Estudios en Australia durante el 2008, han asociado el uso frecuente y prolongado de marihuana con anomalías en el cerebro, lo cual indica que hay cambios en el cerebro, similares a aquellos causados por el consumo prolongado de otras drogas más importantes. También se ha observado que hay relación entre el uso continuo de la marihuana y la psicosis (Muñoz, 2009).

La marihuana cambia la estructura de las células del esperma, deformándolas. Además, pequeñas cantidades de marihuana pueden causar esterilidad temporal en el

hombre. El uso de la marihuana puede alterar el ciclo de la menstruación en la mujer. Las funciones mentales de hombres y mujeres que han fumado gran cantidad de marihuana tienden a disminuir. El THC de la marihuana afecta las células nerviosas del cerebro, lo que a su vez afecta a la memoria (NIDA, 2012).

La marihuana es una de las pocas drogas que causan la división anormal de la célula, lo cual conduce a graves defectos hereditarios. Una mujer embarazada que fuma regularmente marihuana puede dar a luz prematuramente un bebé de menor tamaño y con menos peso de lo normal. En los pasados 10 años, muchos hijos de adictos a la marihuana han nacido con una iniciativa reducida y capacidades disminuidas en cuanto a concentrarse y dedicarse al logro de las metas en la vida. Los estudios también sugieren que el consumo prenatal de la droga puede resultar en defectos de nacimiento, anomalías mentales y un mayor riesgo de leucemia en los niños (NIDA, 2012).

1.3.2 Efectos nocivos de la cocaína

La cocaína genera tolerancia progresivamente incrementada, por la cual aumenta el riesgo de muerte por fallo cardíaco o intoxicación general; dilatación de las pupilas, aumento de la presión sanguínea y de la temperatura del cuerpo, reducción de la fatiga, lesiones en el tabique, picores y hormigueos. Al ingerirla por vía nasal, produce sensaciones de frío y anestesia en cara, nariz y boca, tienen sensación de moqueo acuoso (Bieri, 2006).

En los efectos psicológicos se encontró que provoca un aislamiento emocional de la persona producida por la acción química en el cerebro por efecto de la cocaína. También, el efecto de la cocaína inhalada produce euforia caracterizadas por locuacidad y aumento de la sociabilidad, aceleración mental, hiperactividad y deseo sexual intenso producido por el consumo de cocaína. Luego de este estado de excitación aparecen periodos de depresión bien marcados, por ello las personas con efecto de la cocaína inhalada tienen cambios de carácter y su efecto pasa de la euforia a la apatía o al mal humor (Bieri, 2006).

La cocaína puede llegar a ser muy peligrosa, ya que puede desembocar en una sobredosis, la cual puede causar paro cardíaco o paro respiratorio ocasionado por la vasoconstricción y terminar con la vida de la persona (Moffat, 2004).

1.4 Consumo de drogas en México

En México la marihuana sigue siendo la droga de mayor consumo y representa el 80% del consumo total de drogas. La cocaína sigue apareciendo en segundo lugar. Los hombres siguen teniendo las cifras más altas de consumo. Según la encuesta nacional de adicciones Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa es la que tiene las prevalencias más elevadas de consumo de drogas ilegales. En la Figura 1 podemos observar que el consumo de drogas se ha incrementado desde el año 2002 a último año que se realizó la encuesta de adicciones que fue el año 2011 (ENA, 2011).

Los consumidores de drogas no solo han aumentado en el 2011, también la media en edad bajo pues esta era en el 2002 de 19.8 años para los hombres, en mujeres era 23.6 años y en el 2011 los hombres empiezan a probar o consumir drogas desde los 18.5 y las mujeres de los 20.1 años, como podemos ver en la Figura 2 en su totalidad hombres y mujeres tiene una media de edad de 18.8 años en cuanto al uso de drogas en el año 2011 esta ha bajado considerablemente.

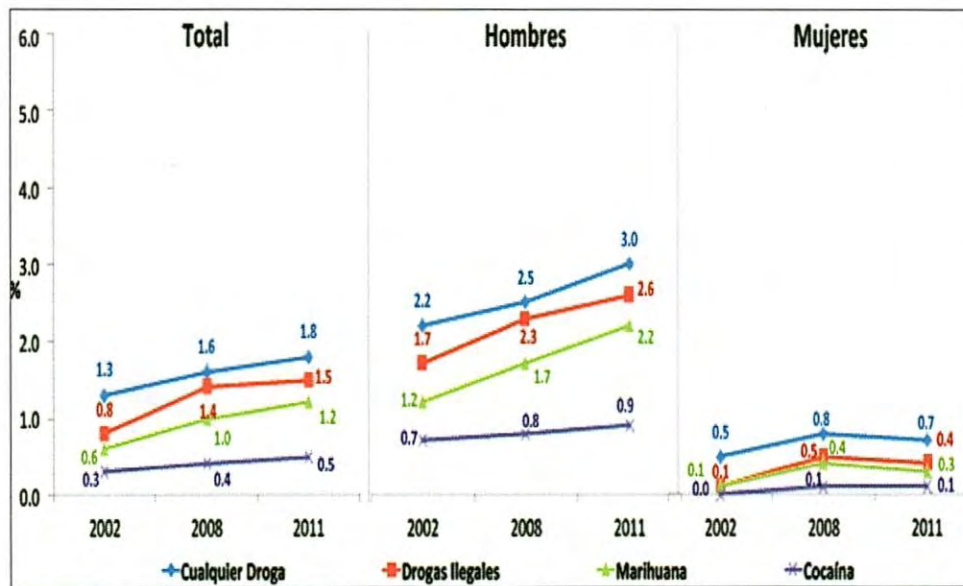


Figura 1. Tendencias del consumo de drogas del 2002-2011, población total de 12 a 65 años (ENA, 2011).

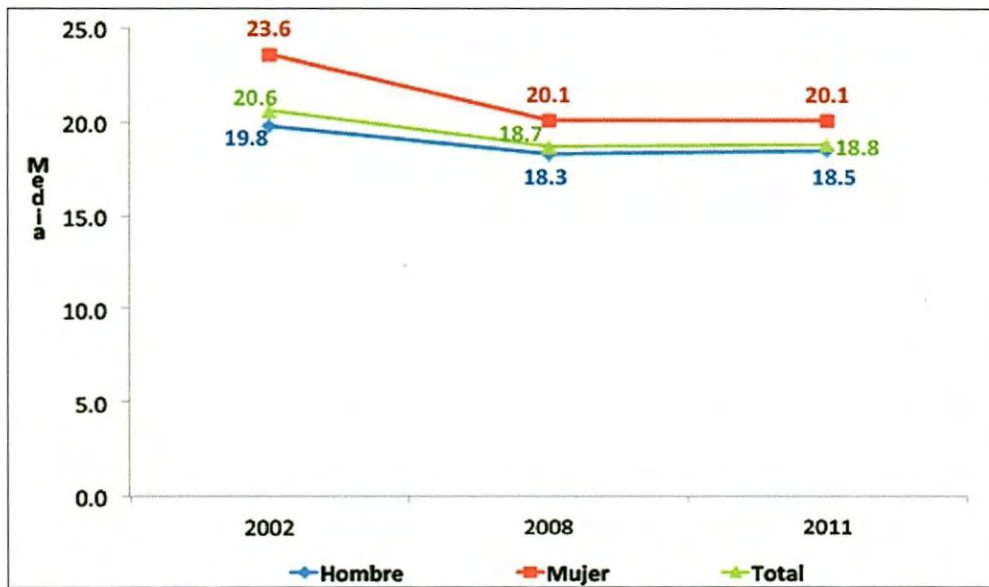


Figura 2. Tendencias de la media de edad del inicio del consumo de drogas en población de 12 a 65 años (ENA, 2011).

El consumo de drogas ya no solo tiene respaldo estadístico por medio de encuestas sino que hoy se está comprobando mediante pruebas de antidoping que consisten en análisis de muestras biológicas en el mundo laboral, en la educación y para la sociedad en general pues se usa a manera de prevención y control en las adicciones. Existen distintas empresas que se dedican a realizar antidoping una de ellas es la empresa palveg la cual distribuye y también aplica antidoping a diversas instituciones de gobierno como: procuraduría general de la república, procuraduría general de justicia, secretaria de la defensa nacional, secretaria de marina y secretaria de seguridad pública (palveg, 2012).

Palveg aplica métodos presuntivos de antidoping que son pruebas rápidas que están basadas en la inmucromatografía, las cuales son los 97% seguras y detecta las siguientes drogas anfetaminas, Barbitúricos, benzodicepinas, cocaína, marihuana, metadona, metanfetaminas, metilendioximetanfetaminas, morfina, antidepresivos triciclicos, penciclidina. Palveg realiza un método confirmativo mediante la cromatografía de gases acoplada espectrometría de masas (palveg 2012).

1.5 Aspectos legales del antidoping

La aplicación de los exámenes antidoping tiene hoy en día, un amplio apoyo legal, tanto para las fuentes de trabajo públicas y privadas, como para las instituciones educativas, para el transporte público federal y sobre todo para los que trabajan en el sector salud y de justicia.(Ley General de Salud, 2003).

Las acciones preventivas que se aplican para el control de las adicciones se encuentran legalmente justificadas con el soporte de la Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA2-1999, para la Prevención, Tratamiento y Control de las Adicciones la cual nos dice que el uso, abuso y dependencia al tabaco; el abuso y la dependencia a las bebidas alcohólicas y el uso, abuso y dependencia a otras sustancias psicoactivas o psicotrópicas, de empleo lícito o ilícito, constituyen un grave problema de salud pública y tienen además, importantes consecuencias negativas que trascienden en el ámbito de la salud individual y repercuten en la familia, en la escuela, en el trabajo y en la sociedad (NOM, 1999).

En lo que se refiere a las fuentes de trabajo las acciones se sustentan en la Ley federal del trabajo y se establecen particularmente en la Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009 servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo las cuales son acciones preventivas y correctivas que se establecen a partir de los resultados del diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo, y que se refieren al listado de requerimientos en la materia, tales como: estudios, programas, procedimientos, medidas de seguridad, acciones de reconocimiento, evaluación y control de los agentes contaminantes del medio ambiente laboral; seguimiento a la salud de los trabajadores (NOM, 2009).

En lo que respecta al ámbito escolar es la NOM-009-SSA2-1993 para el fomento de la salud escolar. Se justifica la prevención contra las adicciones en primarias, secundarias y nivel medio superior. Esta norma tiene por objeto establecer actividades, criterios y estrategias de operación del personal de salud para el fomento de la salud del escolar. Esta norma es aplicable en todos los establecimientos de los sectores público, social y privado de atención a la salud, que desarrollen y ejecuten acciones para el fomento de la salud de los educandos del nivel de educación básica del sistema educativo nacional (NOM, 1993).

El sector de comunicaciones y transportes (SCT), tiene como uno de sus objetivos prioritarios, mejorar los niveles de seguridad en las vías generales de comunicación (VGC), a través de la prevención y disminución de los accidentes que ocurren en ellas. El factor humano es la causa principal de accidentes (90%), presentándose con mayor incidencia, la hipertensión arterial, la fatiga, el consumo de drogas y alcohol, entre otros. Los exámenes psicofísicos, médicos en operación y toxicológicos, constituyen una valiosa herramienta para la SCT en la prevención de accidentes, ya que permiten evaluar el estado de salud del operador, y determinar si está en condiciones de aptitud para desempeñar sus labores en las VGC (SCT, 2012).

La nueva estructura que presenta el transporte público federal en México, hacen necesario replantear el marco de operación en el que se practican los exámenes psicofísicos y médicos en operación, por lo que la dirección general de protección y medicina preventiva en el transporte impulsa un enfoque que optimiza la práctica de

estos exámenes en beneficio de la sociedad en su conjunto. El formar una cultura de seguridad y de respeto a la vida representa una tarea de la mayor importancia en el desarrollo del sector transporte, dado que repercute en la prevención y disminución de accidentes, preservando la integridad física de los usuarios de las vías generales de comunicación, el equipo, las mercancías transportadas y la infraestructura (SCT, 2012).

CAPÍTULO II

2.1 Tipos de muestras para realizar el antidoping

El primer paso para determinar el consumo de drogas en un individuo es la obtención de la muestra. Las muestras usadas con mayor frecuencia son: orina y sangre (Wolff y *col.*, 2001).

También cabe mencionar que hay otros tipos de muestras biológicas como son: la saliva, el cabello y el sudor que pueden ser utilizadas para la detección de drogas pero son muestras más laboriosas y su manejo y equipo es especializado y costoso (Pomilio y Vitale, 2006).

2.1.1 Sangre

La sangre es una muestra para determinar con precisión la cuantificación de la droga detectada, pues es recomendable utilizar una muestra biológica distinta a la usada en métodos presuntivos. Sin embargo, para la obtención de sangre es necesaria una punción intravenosa la cual es una forma totalmente invasiva que puede causar dolor y estrés al donador de la misma (Wolff y *col.*, 2001).

La sangre aunque es un fluido conocido no en todos los caso es el mejor pues este fluido tiene un tiempo mucho más corto que la orina en cuanto a permanecer en el organismo, se recomienda usarlos cuando el individuo es un consumidor de drogas frecuente. En el plasma sanguíneo la droga tiene un tiempo de vida específico según el tipo de droga que se haya consumido por lo general dura horas a veces hasta unos cuantos días como se muestra en la Tabla 2 (Wolff y *col.*, 2001).

Tabla 2. Vida media aproximada de eliminación de las drogas y algunos metabolitos del plasma (Wolff y col., 2001).

Droga	Vida media
Heroína	2 minutos
6-monoacetil morfina	20 minutos
Morfina	3 horas
Glucurónidos de morfina	7 horas
Codeína	3 horas
Glucurónidos	12 horas
Didrocodeína	4 horas
Buprenorfina	8 horas
Glucurónidos de buprenorfina	24 horas
Metadona	36 horas
Anfetamina	12 horas
Cocaína	1 hora
Benzoilecgonina (metabolito de la cocaína)	15 horas
MDMA (éxtasis)	6 horas
Nitrazepam	28 horas
Flunitrazepam (rohipnol)	25 horas
Temazepam	10 horas
Diazepam	48 horas
Cannabis	20 horas
Metabolitos de cannabinoides	25-28 horas
LSD	3 horas
Nicotina	2 horas

2.1.2 Orina

Actualmente, la orina es el fluido biológico de elección para el análisis cualitativo de uso de drogas y sus metabolitos (Wolff y *col.*, 2001). La tendencia reciente ha sido aplicar tecnología de laboratorio a nuevos medios biológicos como por ejemplo el sudor, la saliva, el cabello, pero ninguno ha superado la muestra de orina ya que esta tiene la ventaja de detectar drogas o sus metabolitos en altas concentraciones (Pomilio y Vitale, 2006).

Algunas drogas y sus metabolitos se pueden encontrar en orina por períodos de tiempo relativamente más largos que en sangre, de uno a tres días después de que han sido ingeridas o administradas, como se muestra en la Tabla 3 (Pomilio y Vitale, 2006).

Otra de las ventajas de la orina es su adquisición pues no es necesario un procedimiento invasivo debido a que es un fluido que se desecha naturalmente del organismo en cantidad suficiente para los estudios, pudiendo ser depositada voluntariamente por el mismo individuo en el recipiente adecuado para su transporte (Pomilio y Vitale, 2006).

Aunque la orina sea el fluido biológico más común no se descarta que hay otras muestras biológicas que puedan llegar a ser aptas para la detección de drogas pues la orina al ser tan conocida también tiene sus desventajas las cuales pueden ser adulterar las muestras o cambiarlas lo cual debe considerarse al momento de realizar un examen con este tipo de muestra (Wolff y *col.*, 2001).

Tabla 3. Duración aproximada de las drogas y algunos de sus metabolitos en orina (Pomilio y Vitale, 2006).

Droga	Vida media
Estimulantes	
Anfetamina	2-3 días
MDMA (éxtasis)	30-48 horas
Metanfetamina	48 horas
Cocaína	6-8 horas
Metabolito de la cocaína (benzoilecgonina)	2-3 días
Barbitúricos	
Acción corta (ciclobarbitona)	24 horas
Acción intermedia (pentobarbitona)	48-72 horas
Acción larga (fenobarbital)	16 días o más
Benzodiazepinas	
Acción corta (triazolam)	24 horas
Acción intermedia (temazepam, clordiazepóxido)	40-80 horas
Acción larga (diazepam, nitrazepam)	7 días o más
Opiáceos	
Metadona (dosis de mantenimiento)	7-9 días
Codeína /Morfina	24 horas
6-monoacetil morfina	2-4 horas
Glucurónidos de morfina	48 horas
Glucurónidos de codeína	3 días
Propoxifeno / norpropoxifeno	6-48 horas
Dihidrocodeína	24 horas
Buprenorfinat	48-56 horas
Conjugados de buprenorfina	7 días
Cannabinoides (marihuana)	
Un único uso	3 días
Uso moderado	4 días
Uso intenso (diario)	10 días
Uso crónico intenso	hasta 36 días
Otros	
Metacualona	7 días o más
Peniciclidina (PCP)	8 días
LSD	24 horas
Nicotina	12 horas
Cotinina	2-3 días

2.3 Determinación de características fisicoquímicas de la orina

La determinación de las características fisicoquímicas de la orina ayuda a identificar si la muestra ha sido alterada mediante diversos medicamentos o sustancias, es indispensable determinar sus características fisicoquímicas como son el color, aspecto, pH, densidad, temperatura (Delgado, 2011)

2.3.1 Color y aspecto

Por lo general la orina normal es limpia y transparente de color amarillo claro, pero puede tomar otro color debido a diferentes factores como infecciones, el uso de medicamentos; en estos casos la muestra es descartada para la detección de drogas (Delgado, 2011).

2.3.2 pH

Es el grado de acidez de la orina y oscila entre 4 – 8(Delgado, 2011).

2.3.3 Densidad

La densidad dependerá de la concentración total de solutos. Se trata del volumen total de orina y la cantidad de solutos que presenta. Esta densidad puede variar de valores de 1.005, donde se muestra una orina diluida, hasta una densidad máxima de 1.030 en los casos del máximo de concentración urinaria (Delgado, 2011).

2.3.4 Temperatura

El medir la temperatura cuando se recolecta la muestra es importante ya que hay mayor seguridad de que sea una muestra recién recolectada y de la persona a la que se le realiza el antidoping por lo general debe estar en el rango de 34 a 38 grados centígrados (Delgado, 2011).

2.4 Cadena de custodia

La cadena de custodia se define como el procedimiento controlado por documentos y acciones para la prevención de errores o por si llegara haber una impugnación del resultado la persona que aplico el antidoping cuenta con pruebas para defender el resultado (Jiménez y García, 2005).

El objetivo de la cadena de custodia es evitar errores que no estén relacionados con el método analítico, esta debe establecerse antes de que las muestras lleguen al laboratorio, justo en el momento en que se tome la muestra lo que incluye las etapas de preparación y transporte. Es común que los resultados emitidos por el laboratorio estén sujetos a impugnaciones legales acerca de su veracidad no tanto por las razones analíticas sino porque hay un margen de duda que la muestra pertenezca a la persona bajo investigación. Por tanto todo lo que le ocurre a una muestra, antes, durante y después de su análisis, debe estar perfectamente documentado como se muestra en la Tabla 4 (Jiménez y García, 2005).

Con la finalidad de obtener resultados confiables y evitar cambios ya sean voluntarios o involuntarios por posibles confusiones, tales como: mal etiquetado, pérdida de la muestra por no cerrar bien el contenedor de la muestra. Se debe realizar metódicamente una serie de pasos e implementar la sistematización de la cadena de custodia. Se deben de anotar los datos de la muestra en una bitácora de registro y si el estudio se hará ahí mismo debe trabajarse en un lugar limpio y libre de otras muestras. Además se deben registrar los resultados, datos de la persona, nombre de quién llevó acabo el estudio, hora y fecha del estudio (Salud pública, 2002).

Si las muestras no son analizadas en el lugar donde se recolectaron entonces estas serán almacenadas individualmente en una bolsa y en una hielera con agentes de enfriamiento para mantenerlas en óptimas condiciones, las hieleras deben de cerrarse, sellarse y etiquetarse con los nombres de las autoridades competentes y de ahí ser trasladadas al laboratorio lo más pronto posible. Al llegar al laboratorio se debe de verificar que estén en perfecto estado sino es así, se anotaran observaciones si están abiertas o no cumplen con las especificaciones ya mencionadas (Salud pública, 2002).

Tabla 4. Formato de la cadena de custodia para la detección de drogas. (Palveg, 2012).

Fecha _____		
Cadena de custodia y formato de control para realización de prueba de drogas		
Paso 1 recolecion de datos del donante		
Nombre	Apellido paterno	Apellido materno
Razon del examen		
solicitud de empleo__ reincorporación del trabajo__		
post accidente__ aleatoria__ otros__ seguimiento__		
Declaro que este ultimo mes he tomado algun medicamento ____especificar cual_____		
Paso 2 proceder a recolectar la muestra		
Paso 3 para ser llenado por el examinador		
Lugar de la toma de muestra_____		
Observaciones_____		
Certifico que la muestra recolectada fue etiquetada y sellada en presencia del donante		

Nombre y firma del recolector		
Autorización de pruebas para la detección de drogascertifico que doy mi consentimiento para la realición de la prueba para la deteccion de drogas y autorizo al personal de la empresa recolectar la muestra y en caso de ser necesario autorizo que sea confirmada		

Firma del donante		
anfetamina 50 ng/ml__ metanfetamina 50 ng/ml__ marihuana 100 ng/ml__ cocaína 20 ng/ml__ opiáceos 40 ng/ml__ feniciclidina 25 ng/ml__ negativo__ invalido__		

CAPÍTULO III

3.1 Métodos presuntivos del antidoping

Un estudio presuntivo de antidoping normalmente es empleado para proveer al analista un rápido panorama sobre la presencia de drogas en un grupo de muestras. Estos estudios están diseñados para permitir examinar un gran número de muestras para un amplio número de drogas en un corto período de tiempo y a bajo costo (Bernal, 2004).

Las técnicas presuntivas que generalmente se utilizan son: cromatografía en capa fina y distintos tipos de inmunoensayo. Actualmente las pruebas rápidas usan una combinación de cromatografía e inmunoensayo (Wolff y *col.*, 2001).

3.1.1 Cromatografía

La cromatografía es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, la cual tiene aplicación en todas las ramas de la ciencia. Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla como se puede apreciar en la Figura 3, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes. La cromatografía puede cumplir dos funciones básicas que son: separar los componentes de la mezcla, para obtenerlos más puros y que puedan ser usados posteriormente que es la etapa final de muchas síntesis y medir la proporción de los componentes de la mezcla que es la finalidad analítica (Sharapin, 2000).

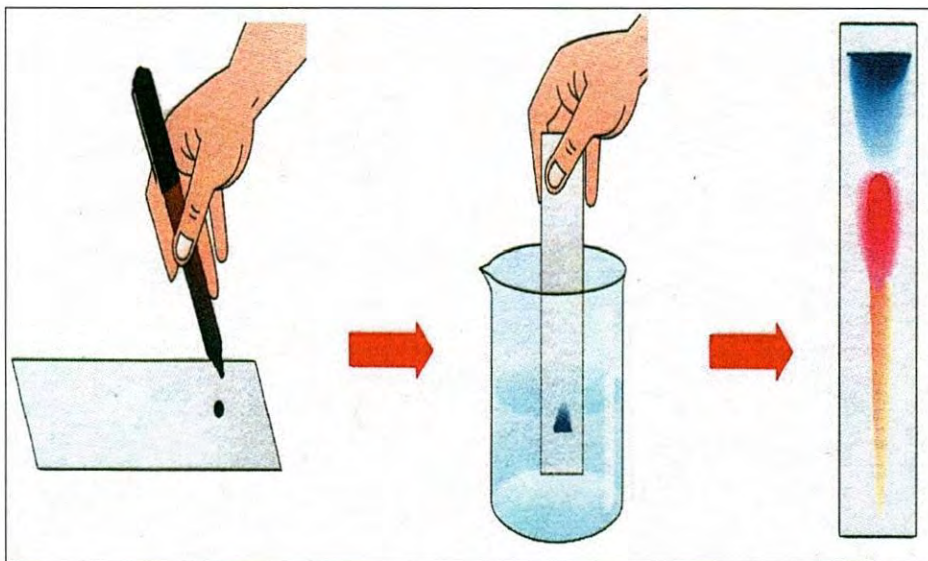


Figura 3. Separación de componentes mediante la cromatografía (Sharapin, 2000).

3.1.2 Inmunoensayo

Todos se basan en la interacción antígeno-anticuerpo y el proceso es de enlace competitivo el cual consiste en dos diferentes sustancias: el antígeno que tiene la muestra y el antígeno marcado del método que se vaya a usar compiten por los mismos sitios de unión en los anticuerpos. Los compuestos marcados son inmunológicamente similares al compuesto problema, para que compitan por los sitios de unión de los anticuerpos (Andrade, 2006).

Los marcadores que se usan en los inmunoensayos pueden ser moléculas radioactivas, fluorescentes, enzimas o micropartículas que se unen al compuesto de interés. La molécula marcada se agrega a la mezcla reactiva en el ensayo y los cambios asociados al marcador se usan para dar un resultado (Andrade, 2006).

3.1.3 Inmunocromatografía

Está basado en el principio de uniones competitivas. Las drogas que pueden estar presentes en la muestra de orina compiten frente a los respectivos conjugados de las drogas inmovilizadas en la zona test por los puntos de unión al anticuerpo-colorante que está en la membrana soporte por los puntos de unión al anticuerpo, en la Figura 4 se puede ver una prueba rápida basado en el principio de inmunocromatografía (Betancur, 2006).

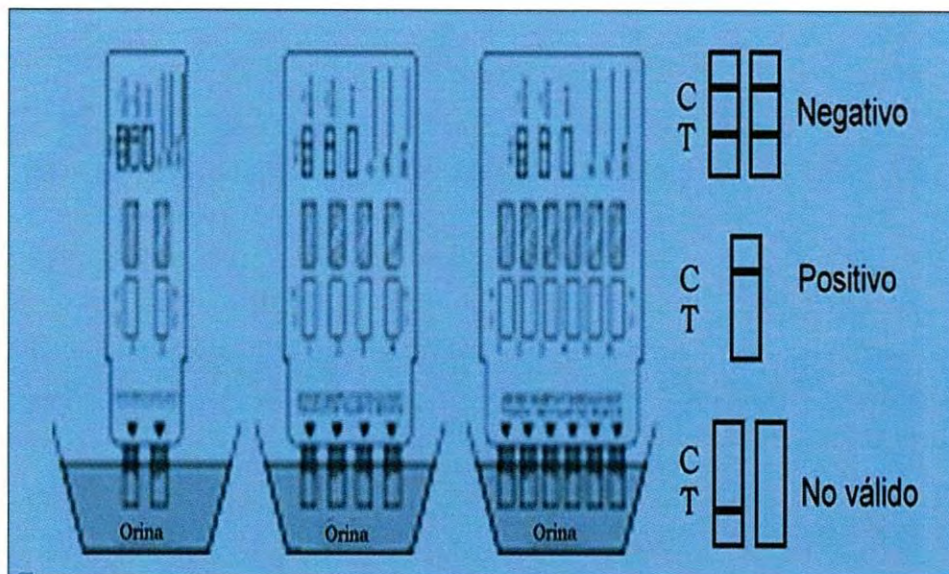


Figura 4. Prueba rápida basada en inmunoensayo cromatográfico (Betancur, 2006).

La prueba es negativa cuando aparecen dos líneas. Una línea debe estar en la zona del control (C) la línea en la región (C) es de control, que se usa para indicar el funcionamiento apropiado del dispositivo, esto es que la muestra de orina es fiel y que no fueron introducidos adulterante y la otra línea aparecerá en la zona de la prueba (T) junto a cada parámetro. El conjugado anticuerpo-colorante se une con la droga de la zona test formando una línea púrpura y el ensayo es negativo como se muestra en la Figura 5. Cualquier coloración, por muy débil que sea, deberá considerarse como resultado negativo (Betancur, 2006).

Cuando una línea aparece en la región de control (C) y no aparecerá en la zona de la prueba (T) junto a cada parámetro. Este resultado positivo que se observa en la Figura 6 indica que la concentración de la droga en la muestra de orina se excede de los niveles de la prueba (Betancur, 2006).

El resultado es no válido alno aparecer la línea de control. Un volumen de muestra insuficiente o un procedimiento incorrecto son las posibles razones de la ausencia de la línea de control. En la Figura 7 se muestra que pasa cuando un resultado no es válido al no aparecer ninguna línea. Si esto sucede se deberá repetir la prueba (Betancur, 2006).

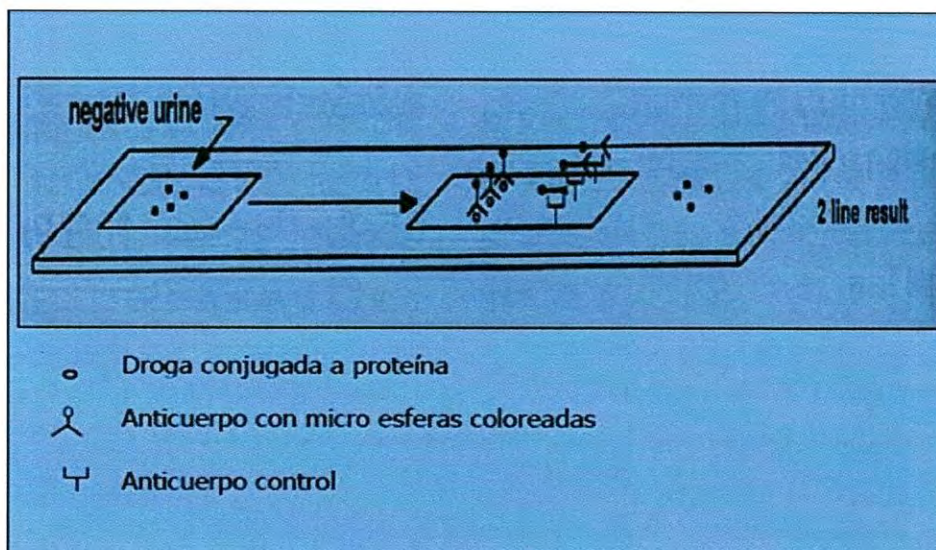


Figura 5. Esquema de un inmunoensayo negativo (Betancur, 2006).

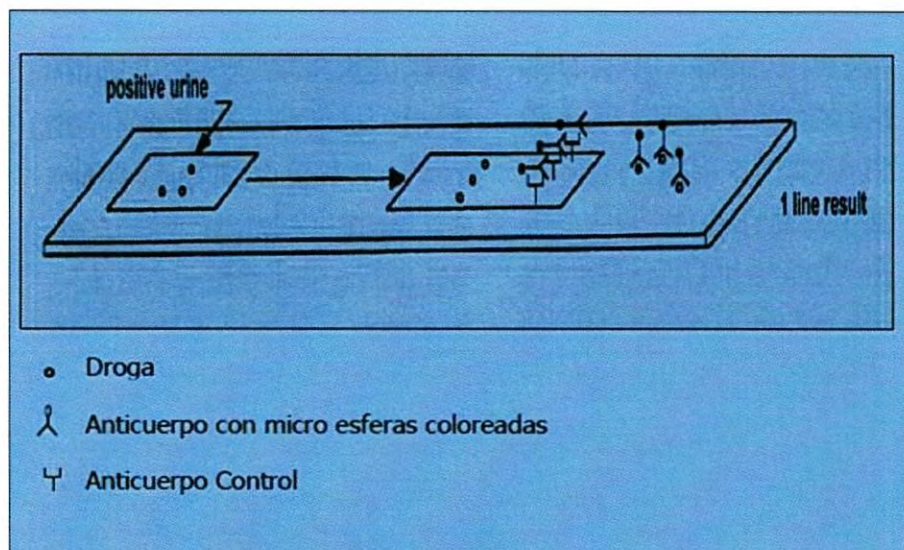


Figura 6. Esquema de un inmunoensayo positivo (Betancur, 2006).

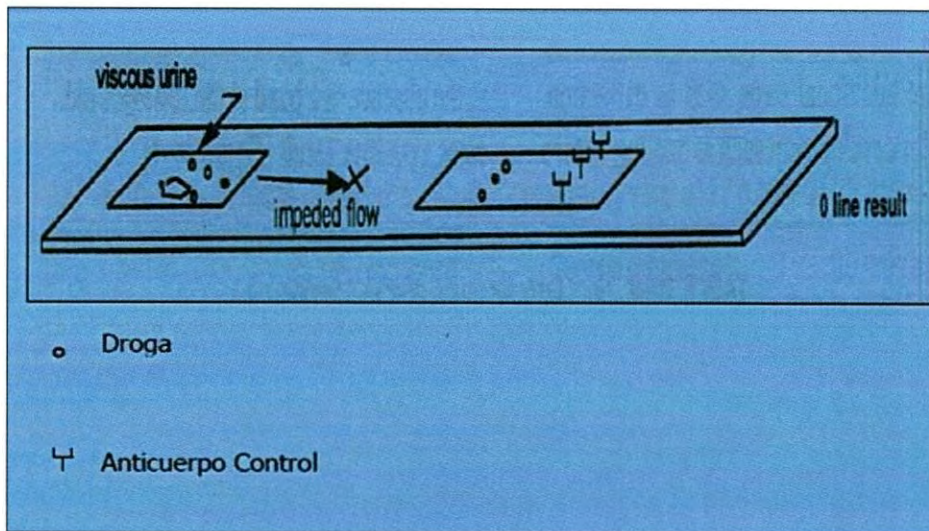


Figura 7. Esquema de inmunoensayo no válido (Betancur, 2006).

3.1.4 Inmunoensayo enzimático

Son métodos analíticos que utilizan una enzima como marcador para amplificar la señal obtenida de la reacción entre un antígeno y un anticuerpo; en función de la necesidad o problema a resolver, el analito puede ser tanto el antígeno (Ag) como el anticuerpo (Ac). El equipo que se maneja en este inmunoensayo se puede apreciar en la Figura 8 (Betancur, 2006).

Las enzimas utilizadas como marcadores de Ags o más frecuentemente de Acs son la peroxidasa y la Fosfatasa alcalina (FA) de mucosa intestinal de ternera. Esta última es la más utilizada por su bajo costo, su fácil conjugación y la amplia variedad de sustratos que posee. No obstante existen otras como son: microperoxidasa, citocromo, glucosa oxidasa, acetilcolinesterasa, anhidrasa carbónica, glucomilasa y ureasa (Betancur, 2006).

Las ventajas de los inmunoensayos enzimáticos son su elevada sensibilidad, especificidad, equipamiento relativamente barato, rapidez, simplicidad en la ejecución, reproducibilidad elevada, por no existir riesgo de radiación, los reactivos son baratos, tienen una vida útil más larga, y por la versatilidad de los ensayos que pueden ser incrementadas por la gran variedad y propiedades específicas de las enzimas (Betancur, 2006).

Los métodos basados en inmunoensayos permiten la cuantificación de analitos sin la necesidad de laboriosos procedimientos de purificación o concentración de la muestra, debido fundamentalmente a dos factores: el primero es basado en la capacidad del sistema inmunológico de producir virtualmente una variedad casi ilimitada de anticuerpos diferentes, cada uno con una afinidad específica por un agente extraño y el segundo factor es la elevada actividad catalítica y sensibilidad enzimática en el caso de los inmunoensayos de enzimas ligadas, estas técnicas se distinguen por su buena sensibilidad, por el elevado número de aplicaciones y por su gran simplicidad (Betancur, 2006).



Figura 8. Equipo de inmunoensayo enzimático (Betancur, 2006).

3.1.5 Inmunoensayo por Polarización de Fluorescencia

El inmunoensayo por polarización de fluorescencia (FPIA) se basa en la propiedad que tienen los anticuerpos de unirse con alta afinidad y especificidad a un determinado antígeno. Esta propiedad es utilizada para reconocer específicamente al analito de interés por medio de diferentes mecanismos, generar una señal que puede ser medida. En el caso de FPIA la señal que se mide es luz fluorescente polarizada. En la Figura 9 se puede observar el equipo que se utiliza en este método (Kricka, 2003).

Una sustancia fluorescente es aquella que es capaz de absorber energía luminosa a una determinada longitud de onda, para luego emitir parte de esta energía absorbida a mayor longitud de onda, el resto de la energía absorbida es liberada por la molécula en forma de calor al chocar con otras moléculas iguales o con moléculas del solvente en el que se encuentra (Kricka, 2003).

Las ventajas de este inmunoensayo es la cuantificación de moléculas de pequeño tamaño y relativamente bajo peso molecular en solución tales como el ácido valproico, homocisteína, fenobarbital, difenilhidantoína (fenitoína), ciclosporina A, cannabinoides tales como el THC, benzodiazepinas, antidepresivos tricíclicos, cocaína, metotrexato, anfetaminas, amicacina, gentamicina, vancomicina, salicilatos, carbamazepina, acetaminofen, algunas hormonas tales como la tiroxina y el cortisol, vitaminas tales como el ácido fólico y aminoácidos de importancia clínica tales como la metionina y la homocisteína entre otros (Kricka, 2003).



Figura 9. Equipo de inmunoensayo por polarización de fluorescencia (Kricka, 2003).

3.1.6 Radioinmunoensayo

Es un método inmunológico en la que se utilizan radioisótopos para detectar antígenos o anticuerpos. En este inmunoensayo se incorpora una reacción de enlace competitivo, en la que una cantidad fija de antígeno marcado radiactivamente y antígeno de la muestra compiten por un número limitado de sitios de enlaces específicos con el anticuerpo (García, 2002).

Dado que utiliza radioactividad es muy sensible, puede llegar a detectar cantidades del orden de picogramos a continuación en la Figura 10 se muestra el equipo de radioinmunoensayo. El equipo de radioinmunoensayo necesita de un isótopo para generar radiación, la cual puede ser gama o beta el isótopo más utilizado es el yodo (García, 2002).

Entre las desventajas que tiene este equipo es que los isótopos con que se genera la radiación solo pueden ser utilizados durante 57 días y la radiación que se genera debe ser medida por otro equipo pues el manejo de dichos equipos es peligroso por la radioactividad la cual también debe realizarse en las instalaciones correctas y que son obligatorias para mayor seguridad (García, 2002).



Figura 10. Equipo de radioinmunoensayo (García, 2002).

3.2 Métodos confirmativos del antidoping

Una vez que se obtiene un resultado positivo presuntivo para el consumo de cierta droga es necesario llevar a cabo un estudio confirmatorio concluyente. La razón de ello es el potencial impacto legal que representa un resultado potencialmente falso para el consumo de drogas (Wolff y *col.*, 2001).

Según la Asociación Americana de Ciencias Forenses(AAFS) y la Sociedad de Toxicología Forense(SOFT) las características que debe de tener una prueba confirmatoria respecto a una prueba presuntiva son las siguientes: un principio físico o químico diferente, mayor grado de especificidad, límite de detección menor, utilización de espectrometría de masas cuando sea posible, puede utilizar un espécimen diferente, puede usar una segunda alícuota del mismo espécimen si es necesario (AAFS y SOFT, 2000).

3.2.1 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) es uno de los principales métodos utilizados en los laboratorios forenses. La capacidad de separación e identificación de constituyentes menores en complicadas matrices en un mínimo de tiempo, han hecho que la CG-EM sea ampliamente utilizada en diferentes estudios, tales como la detección de explosivos ocultos y los residuos post-exposición, identificación de aceleradores, en extractos contaminados de supuestos escombros de incendios y por supuesto la detección y el análisis de drogas y sus metabolitos en fluidos biológicos (Scott, 2003).

Para poder ser analizados los fluidos biológicos mediante CG-EM es necesario que los compuestos tengan suficiente volatilidad y estabilidad térmica. Mediante esta técnica se puede analizar concretamente la composición de los compuestos volátiles presentes en muestras de todo tipo (Scott, 2003).

La cromatografía de gases es una técnica separativa que permite la separación de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra problema, el único

dato de que disponemos para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos. Este dato no es suficiente para una identificación inequívoca, sobre todo cuando analizamos muestras con un número elevado de componentes (Cañada, 2011).

Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente. Por lo tanto, la asociación de las dos técnicas da lugar a una técnica combinada GC-EM, Figura 11 (Cañada, 2011).



Figura 11. Equipo de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (Boeck, 2002).

Los componentes básicos de un cromatógrafo de gases incluyen, una fuente de gas portador, un inyector, un horno, una columna cromatográfica, un detector y un registrador de datos. El gas portador llega al inyector, pasa a la columna y a continuación al detector. La muestra se introduce en el inyector normalmente con una jeringa o con un equipo exterior de muestreo (Boeck, 2002).

El inyector normalmente se calienta a 150-250°C lo cual causa que los solutos de las muestras se volatilicen. Los solutos vaporizados se transportan a la columna a través del gas portador. La columna se mantiene en el interior de un horno donde se controla su temperatura. Los solutos son transportados por la columna a una velocidad determinada por sus propiedades físicas, y por la temperatura y composición de la columna. Los distintos solutos de la muestra son transportados a distintas velocidades por la columna. El más rápido se eluye antes y a continuación le siguen el resto de solutos en orden. A medida que cada soluto es eluido o sale de la columna, entra en el detector selectivo de masas a través de una línea de transferencia, mantenida a la misma temperatura que la columna. El detector selectivo de masas es uno de los detectores más eficaces que se pueden acoplar a la cromatografía de gases. El detector selectivo de masas permite la identificación de compuestos conocidos y desconocidos así como su cuantificación, a partir de su espectro de masas. El espectrómetro de masas consta de una línea de transferencia, una fuente de iones, un cuadrupolo, un filtro de masas, un detector y un registrador de datos. Una vez que la muestra es separada en sus componentes o moléculas, estas llegan al espectrómetro de masas, donde la molécula se ioniza y se fragmenta. A continuación los iones pueden ser seleccionados y contabilizados (Boeck, 2002).

Tradicionalmente, se ha usado la CG/EM para la confirmación de consumo de drogas. La cromatografía de gases es una técnica separativa que permite la separación de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra problema, el único dato de que disponemos para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos. Este dato no es suficiente para una identificación inequívoca, sobre todo cuando analizamos muestras con un número elevado de componentes. Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes (Boeck, 2002).

3.2.2 Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas

La cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (CL-EM) es la técnica de separación de sustancias más ampliamente utilizada, facilitan el análisis de muestras que tradicionalmente han sido difíciles de analizar por cromatografía de gases acoplada espectrometría de masas (CG-EM) es decir, analitos poco volátiles. Como resultado, la técnica es ampliamente utilizada en el análisis de fármacos, proteínas, etc. Los espectros de masas obtenidos por esta técnica suelen ser más sencillos que los obtenidos en CG-EM debido a que el nivel de fragmentación de las moléculas es menor podemos observar este tipo de cromatografía en la figura 12 (Rouessac, 2003).

En la cromatografía líquida, la fase móvil es un líquido que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija. La separación cromatográfica en CL-EM es el resultado de las interacciones específicas entre las moléculas de la muestra en ambas fases, móvil y estacionaria. A diferencia de la cromatografía de gases, la cromatografía de líquidos no está limitada por la volatilidad o la estabilidad térmica de la muestra. La CL-EM es capaz de separar macromoléculas y especies iónicas, productos naturales lábiles, materiales poliméricos y una gran variedad de otros grupos polifuncionales de

alto peso molecular. Con una fase móvil líquida interactiva, otro parámetro se encuentra disponible para la selectividad, en adición a una fase estacionaria activa (Boeck, 2002).

La CL-EM ofrece una mayor variedad de fases estacionarias, lo que permite una mayor gama de estas interacciones selectivas y más posibilidades para la separación. Es la técnica elegida para aislamiento y purificación de productos de valor en las industrias químicas y farmacéuticas así como en la biotecnología y la bioquímica (Rouessac, 2003).

La cromatografía preparativa comprende un amplio rango de aplicaciones, desde el aislamiento de 1 microgramos de muestra para identificación espectroscópica hasta el aislamiento de un compuesto puro de una mezcla de 100 gramos. Algunas aplicaciones importantes de la CL-EM son: separación y purificación de los metabolitos de las drogas procedentes de muestras de orina, purificación de compuestos naturales y caracterización de enzimas y proteínas (Rouessac, 2003).

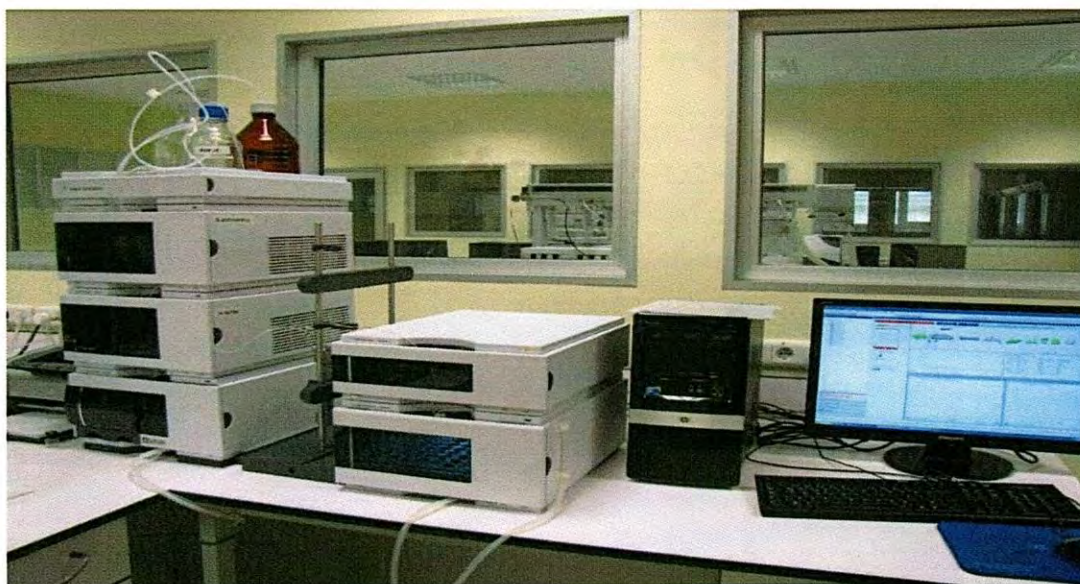


Figura 12. Equipo de cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (Rouessac, 2003).

CONCLUSIONES

Para una correcta aplicación del antidoping este debe cumplir con las especificaciones legales de normas y leyes que permiten llevarlo a cabo en diferentes sectores de gobierno, privados y educativos.

Las muestras idóneas para las pruebas presuntivas y confirmativas son la sangre y la orina pero principalmente la orina por sus múltiples ventajas tanto de recolección como la cantidad suficiente y lo practica que es al realizar el análisis.

La muestra de orina puede ser fácilmente adulterada por tal motivo debe de ser recolectada y confirmar que sus características sean correctas para evitar cualquier error.

El método presuntivo con más ventajas es la combinación del inmunoensayo y la cromatografía que se usa en la mayoría de las pruebas rápidas.

El método confirmatorio de CL- EM es la opción más factible al momento de dar un resultado final en un antidoping, pues este no depende si la muestra tiene características volátiles además no ocupa tanto tiempo para la realización del análisis.

El consumo de drogas es un problema de salud que aunque dé, una sensación de alivio y placer tiene consecuencias graves; no solamente en el sistema nervioso central, sino físicamente puede desencadenar enfermedades. No todas las drogas ocasionan el mismo daño, Los efectos dependen del abuso de las drogas; en el cuerpo pueden variar dependiendo del método que se use para tomar la droga, del tipo que se use y la frecuencia y duración del uso.

La droga más usada es en México según la encuesta nacional de adicciones que se realizó en 2011 es la marihuana pues ocupa el 80 % del consumo total en drogas.

RECOMENDACIONES

El tema del antidoping es de gran importancia y afecta al individuo. si este es positivo por ello hay que seguir investigando nuevos métodos que sean confiables de rápida y fácil detección, también hay que variar en el fluido biológico que se va usar pues hay otras muestras como sudor saliva y cabello que con el método correcto puede ser una buena opción para analizar algún tipo de droga.

Hay que seguir investigando que tipo de prueba y de equipo se adecuan a las necesidades del químico y estar actualizando la información constantemente para ofrecer un mejor resultado.

Las normas y leyes que rigen este tipo de exámenes deben de ser actualizadas, implementar que haya más cuidado en cuanto al manejo de resultados y su confidencialidad.

Los exámenes de antidoping ya están en nuestra vida diaria y cada vez tiene más soporte legal por ello es bueno difundir información para la prevención del uso de drogas y que esto no nos ocasione un problema ante la sociedad y no nos impida encontrar un trabajo u ocasione problemas en las escuelas o en el hogar.

Res. T140001

BIBLIOGRAFIA

- Agencia Mundial Antidopaje 2012. Definición de antidoping. <http://www.wada-ama.org/>
- Andrade, A. 2006 Metodologías en el laboratorio clínico: El Inmunoensayo. Editorial Universidad Santiago de Compostela, Pág. 53-60.
- Bernal M., E. 2004. Detección de metabolitos de drogas de abuso. PGJ del Estado de México.
- Bieri, S., A. Brachet, J. Veuthey y P. Christen, 2006. Cocaine distribution in wild *Erythroxylum* species. *Journal of Ethnopharmacology*, 439-447.
- Boeck. 2002. Recent applications of LC-MS in Forensics Sciences. *Recent Applications in LC-MS*. Belgica. Pág. 2-8.
- Braithwaite, R., Minty, D., Widdop, B. 1995. Screening for drug of abuse. Opiates, amphetamines and cocaine. *Ann Clin Biochem*, 32, 123-153.
- Código Penal Federal de la República Mexicana. 2000. Editorial Berbera Editores. México.
- Código Penal de Nuevo León Código de Procedimientos Penales de Nuevo León. 2002, Editorial Anaya, México.
- Consejo Nacional Contra las Adicciones, Encuesta Nacional de Adicciones. 2011, Secretaria de Salud México.
- Dams R., Murphy C. M., Lambert W. E. and Huestis M. A. Urine Drues Testingfor Opioids. 2003. Cocaine, and Metabolites by Direct Iniection Liquid Cromatographv Tandem Mass Spectrometr, *Rapid Commun. MassSpectrom*; 17: pág. 1665-1670.
- Delgado L., Rojas M., Carmona M. 2011. Análisis de una muestra de orina por el laboratorio 75: 10-25.

Dirección General de Tráfico 2011. Presencia de Alcohol, Drogas y Medicamentos en Conductores Españoles.

García., J., M. 2002. Métodos Radioinmunométricos. Técnicas instrumentales de análisis en Bioquímica. Madrid: 1234: 84- 123.

Jiménez M., García- Rodríguez S. 2005. Recursos humanos e instrumentales en un laboratorio toxicológico forense. *Reviews Toxicological* 22:76-85.

Hoffmann, Edmond. Stroobant Vincent. 2002 *Mass Spectrometry Principles and Applications*. John Wiley & Sons, England, pag 133-139.

Ley General de Salud de la República Mexicana. 2003. Editorial Sista, México.

López J., C. 2006 ¿Hay algo nuevo en dopaje? Azarbe. ISBN 84-96299-44-9. Editorial Nausica.

Moffat, A. C., M. D. Osselton y B. Widdop 2004. *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons*, 3a. Edición, Pharmaceutical Press.

Muñoz, G., 2009. La marihuana y el sistema endocanabinoide: De sus efectos recreativos a la terapéutica *Revista Biomédica* Pág. 128-129.

Organización Mundial de la Salud 2012. *Drogas que Producen Adicción*.

Palomo B., Hernández A., 2010 *Práctica deportiva y drogodependencias*. Revista digital Buenos Aires.

Pomilio A.B., Vitale A.A. 2006. Técnicas para determinaciones cualitativas y cuantitativas de drogas de abuso en fluidos biológicos. *Acta bioquímica clínica latinoamericana* 40: 347-82.

Rouessac, F. Rouessac, A. *Análisis Químico*. 2003. McGraw-Hill, España, pág. 57,94-95,325-328, 301-304.

- Salud pública 2002. Guía de toma de muestra, conservación y transporte para análisis toxicológicos. Programa Nacional de Garantía de Calidad de la atención médica. México, DF.
- Smith, Frederick P. 2005. Handbook of Forensic Drug Analysis. Editorial Elsevier. Estados Unidos de Norteamérica, pág. 15-35.
- SOFT/AAFS. 2002. Forensic Toxicology Laboratory Guidelines. Estados Unidos de Norteamérica.
- Schreiber, A. Multi Sharapin, N. 2000. Target Screening for the systematic toxicological analysis of drugs, pharmaceuticals and toxic substances using High Pressure. Editorial Convenio Andrés Bello. ISBN: 9586980014. Pág. 159-190.
- Wolff K., Farrel M., Marsden J., Monteiro Mg., Ali R., S., Strang J. 2001. Revisión de los indicadores biológicos de uso ilegal de drogas, consideraciones, prácticas y utilidad clínica. Revista de toxicomanía 28: 5-12.