



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO. División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Formato SS-T

## SOLICITUD DE TÉRMINO DE SERVICIO SOCIAL

Mtra. María Elena Contreras Garfias  
Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
PRESENTE

Por este medio le informo del término del Servicio Social, cuyos datos son los siguientes :

Fecha de Recepción	Día	Mes	Año	Fecha de Aprobación	Día	Mes	Año
--------------------	-----	-----	-----	---------------------	-----	-----	-----

### Datos del Alumno

Nombre : Tania González Gutiérrez	
Matrícula : 2153024467	Licenciatura : Química Farmacéutica Biológica <input type="checkbox"/>
Domicilio : Anillo periférico Sur No. 7666, casa 184, colonia Granjas Coapa, unidad habitacional Dr. Ignacio Chávez, delegación Tlalpan, C.P. 14339, Ciudad de México.	
Teléfono : 745 45 5 21 94	Celular : 745 124 43 32
Correo Electrónico : tid2015taniagonzalez@gmail.com	CURP : GOGT970403MGRNTN03

### Datos del Proyecto

Nombre del Proyecto : Análisis fisicoquímico de mercancías de difícil identificación para su clasificación arancelaria en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación.							
Lugar donde se realizó el Servicio Social : Departamento de Análisis Inorgánicos Especiales del Laboratorio de Aduanas							
Dependencia : SAT (Administración General de Aduanas)							
Entidad Federativa : Distrito Federal							
Municipio : Calzada Legaria 608, colonia Irrigación, C.P. 11500, Ciudad de México.				Localidad : Alcaldía Miguel Hidalgo			
Fecha de Inicio	Día	Mes	Año	Fecha de Término	Día	Mes	Año
	4	2	2020		4	8	2020
<b>PARA SER LLENADO POR LOS ASESORES</b>							
Sector: 3.- Público <input type="checkbox"/>				Tipo: 1.- Externo <input type="checkbox"/>			
Orientación: 10.- Otros							

### FIRMAS

Dr. Ernesto Sánchez Mendoza, número económico: 35036

Asesor Interno  
Nombre, firma y No. Económico

Tania González Gutiérrez

Alumno  
Nombre, firma

I.Q. Jessica Jazmín Arteaga Sánchez

Asesor Externo  
Nombre, firma y No. Económico

Dra. María Angélica Gutiérrez Nava

Vo. Bo. de la Comisión  
Nombre y firma de la persona que autoriza



**300-07-06-04-00-2020-2894**

**Asunto: Término de Servicio Social.**

Ciudad de México, agosto 05 de 2020.  
"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

**Mtro. Jesús Obdulio López Murillo,**

Coordinador Divisional de Servicio Social Div. C.B.S  
U.A.M. Unidad Xochimilco  
Presente.

Informo a usted que el (la) C. González Gutiérrez Tania, estudiante de la carrera Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica, con número de matrícula 2153024467, finalizó la prestación de su Servicio Social, de acuerdo con los siguientes datos:

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviar un cordial saludo.

Dependencia: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Subdependencia: Servicio de Administración Tributaria.

Unidad Admva. Administración General de Aduanas

Programa: Apoyo Técnico y Administrativo al Servicio de Administración Tributaria

Periodo: Del 04/02/2020 al 04/08/2020.

Horario: de 09:00 a 13:00 hrs. de lunes a viernes. 480 hrs. total.

Actividades: Apoyar en el proceso de infraestructura para el banco de muestras. Apoyar en la aplicación de practicas de laboratorio. Apoyar en la recopilación técnica bibliográfica. Colaborar en la implementación de técnicas analíticas cualitativas y cuantitativas. Colaborar en la implementación de técnicas de espectrofotométricas y cromatográficas.

**Atentamente.**

**María de Lourdes Castro Mendoza,**  
Subadministradora.



Analizó

Eudoxia Rodríguez Carmona  
Analista de Servicio Social

Validó

Lic. Rosalinda Rodríguez Roman  
Jefa del Departamento de Servicio Social





Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

Ciudad de México a 14 de abril del 2021.

**Dr. Juan Esteban Barranco Florido**

**Jefe del departamento de Sistemas Biológicos**

**PRESENTE**

Por medio de la presente me permito comunicar a usted que la alumna Tania González Gutiérrez con matrícula 2153024467 concluyó el proyecto de Servicio Social "Análisis físicoquímico de mercancías de difícil identificación para su clasificación arancelaria en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación" que se realizó en el departamento de Análisis Inorgánicos Especiales del Laboratorio de Aduanas ubicado en Calzada Legaría 608, Colonia Irrigación, Miguel Hidalgo, Ciudad de México, del 04 de febrero al 4 de agosto del 2020, bajo mi asesoría, cubriendo un total de 480 horas.

ATENTAMENTE

Dr. Ernesto Sánchez Mendoza

Número económico: 35036

c.c.p. Mtra. María Elena Contreras Garfias. Directora de la DCBS UAM-X



Ciudad de México a 16 de abril del 2021.

**Dr. Juan Esteban Barranco Florido**

**Jefe del departamento de Sistemas Biológicos**

**PRESENTE**

Por medio de la presente me permito comunicar a usted que la alumna Tania González Gutiérrez con matrícula 2153024467 concluyó el proyecto de Servicio Social "Análisis fisicoquímico de mercancías de difícil identificación para su clasificación arancelaria en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación" que se realizó en el departamento de Análisis Inorgánicos Especiales del Laboratorio de Aduanas ubicado en Calzada Legaría 608, Colonia Irrigación, Miguel Hidalgo, Ciudad de México, del 04 de febrero al 4 de agosto del 2020, bajo mi asesoría, cubriendo un total de 480 horas.

ATENTAMENTE

---

I.Q. Jessica Jazmín Arteaga Sánchez

Cédula profesional: 5894674

c.c.p. Mtra. María Elena Contreras Garfias. Directora de la DCBS UAM-X



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
Unidad Xochimilco

## Informe de servicio social

### **“Análisis fisicoquímico de mercancías de difícil identificación para su clasificación arancelaria en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación”**

**División:** Ciencias Biológicas y de la Salud

**Licenciatura:** Química Farmacéutica Biológica

**Alumna:** Tania González Gutiérrez

**Matrícula:** 2153024467

**Lugar de realización:** Departamento de Análisis Inorgánicos Especiales del Laboratorio de Aduanas.

**Asesor interno:** Dr. Ernesto Sánchez Mendoza

**Asesor externo:** I.Q. Jessica Jazmín Arteaga Sánchez

**Vo. Bo. de los asesores con respecto a los contenidos académicos**

Dr. Ernesto Sánchez Mendoza

Técnico Académico Titular E, tiempo completo

Número económico: 35036

I.Q. Jessica Jazmín Arteaga Sánchez

Jefa del departamento de Análisis Inorgánicos Especiales del Laboratorio de Aduanas.

Cédula profesional: 5894674

## **“Análisis fisicoquímico de mercancías de difícil identificación para su clasificación arancelaria en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación”**

**Proyecto:** Evaluación de productos relacionados con la salud.

**Etapas:** Evaluación fisicoquímica y de estabilidad de fármacos, medicamentos, productos biológicos y otros insumos.

### **Antecedentes**

#### **El SAT y sus atribuciones**

El Servicio de Administración Tributaria (SAT) surgió el 1º de julio de 1997 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con carácter de autoridad fiscal con atribuciones y facultades vinculadas con la determinación y recaudación de las contribuciones federales que hasta entonces había ejercido la Subsecretaría de Ingresos.

El SAT nace como respuesta a demandas y necesidades que surgen de la propia dinámica económica y social del país, y se enmarca en la tendencia mundial orientada a modernizar y fortalecer las administraciones tributarias, como herramienta para que la actividad de recaudación de impuestos se realice de manera eficaz y eficiente y, ante todo, en un marco de justicia y equidad contributiva (SAT, s.f.).

La misión del Servicio de Administración Tributaria es recaudar las contribuciones federales y controlar la entrada y salida de mercancías del territorio nacional, garantizando la correcta aplicación de la legislación y promoviendo el cumplimiento voluntario y oportuno (SAT, s.f.).

#### **Regulaciones arancelarias y no arancelarias**

Las regulaciones arancelarias se refieren a los impuestos (aranceles) que se aplican por la entrada o salida de las mercancías. Estos aranceles pueden ser:

- Ad valorem: Expresados en términos porcentuales y aplicados sobre el valor en aduana de la mercancía,
- Específicos: Expresados en términos monetarios por unidad de medida
- Mixtos: Combinación de los dos anteriores

Las regulaciones no arancelarias se refieren a las medidas establecidas por los gobiernos para controlar el flujo de mercancías entre los países y se dividen en dos clases:

Regulaciones no arancelarias cuantitativas: Se aplican a cantidades de productos que se permiten importar a un país, o a establecer contribuciones cuantificables a los que se sujetan esas mercancías distintas del arancel.

- (Permisos de exportación e importación, cupos, medidas contra prácticas desleales de comercio internacional).
- Regulaciones no arancelarias cualitativas: Se aplican al producto en sí mismo y/o sus accesorios (envase, embalaje, entre otros), sin importar la cantidad; se aplican a todos los productos que se deseen introducir a un país y no solo a una cierta cantidad de ellos (Regulaciones de etiquetado, regulaciones de envase y embalaje, marcado de país de origen, regulaciones sanitarias) (Sistema Nacional de Información de Comercio Exterior (SNICE), s.f.).

## **Clasificación arancelaria**

La Organización Mundial de Aduanas (OMA) es un órgano independiente intergubernamental cuya misión es mejorar la eficacia y eficiencia de las administraciones aduaneras. Ante la necesidad de contar con un mecanismo adecuado para identificar, clasificar y regular las mercancías objeto de comercio, dado el incremento mundial de intercambio, la OMA establece una nomenclatura internacional denominada Sistema Armonizado (SA), cuyo objetivo es promover el comercio internacional, mejorar la recolección, comparación y análisis de estadísticas. En dicho sistema se hace uso de códigos de 6 dígitos para la clasificación de las mercancías, los códigos fijados por el SA permiten dar cuenta de las especificaciones de éstas en cuanto a su origen, materia constitutiva y aplicación.

En México la clasificación arancelaria (codificación numérica) consta de 8 dígitos, a la cual se le conoce como fracción arancelaria además de un quinto par de dígitos para fines de facilitar la identificación comercial y tener una mayor precisión en la información de comercio exterior, llamado Número de Identificación Comercial (NICO). La fracción arancelaria y el Número de Identificación Comercial están constituidos de la siguiente manera:

- Capítulo: dos dígitos.
- Cada capítulo se subdivide en grupos llamados partidas: cuatro dígitos.
- Cada partida se subdivide en especialidades llamadas subpartidas: seis dígitos.
- Fracción arancelaria: constituida por ocho dígitos.
- NICO: constituido por diez dígitos, los ocho dígitos correspondientes a la fracción arancelaria y dos dígitos añadidos con fines de identificación comercial (SIICEX), s.f.; SNICE, s.f.).

Esta clasificación se reglamenta en la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación (L.I.G.I.E), la cual cuenta con 2 artículos:

1. En el primero se define la Tarifa o impuesto de dicha Ley –mejor conocida como T.I.G.I.E (Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación). La T.I.G.I.E contiene el código de la fracción arancelaria,

descripción, unidad de medida y la tasa aplicable para la importación y exportación de todas las mercancías.

2. En su segundo artículo se establecen las Reglas Generales y Complementarias para interpretarla (Sistema Integral de Información de Comercio Exterior (SIICEX), s.f.).

### **Aduanas: proceso de despacho**

Una aduana es la oficina de la Administración Pública Federal (Oficina de gobierno) encargada de la aplicación de la legislación relativa a los regímenes aduaneros, así como de verificar el cumplimiento de las restricciones y regulaciones de mercancías de comercio exterior, con el objetivo de aplicar las políticas establecidas por el gobierno del país para regular la entrada y salida de mercancías al territorio nacional, así como, la de asegurarse del pago de las contribuciones y cuotas compensatorias causadas por las citadas mercancías de comercio exterior (Portal de Servicios de Aduanas-SAT, s.f.).

El despacho aduanero es el conjunto de actos y formalidades relativos a la entrada de mercancías al territorio nacional y a su salida del mismo, que de acuerdo con los diferentes trámites y regímenes aduaneros establecidos, deben realizar ante la aduana, las autoridades aduaneras y quienes introducen o extraen mercancías del territorio nacional, ya sea los consignatarios, destinatarios, propietarios, poseedores o tenedores en las importaciones y los remitentes en las exportaciones, así como los agentes aduanales, empleando el sistema electrónico aduanero. Elaborado el pedimento y efectuado el pago de las contribuciones, se presentarán las mercancías con el pedimento ante el módulo del mecanismo de selección automatizado en las instalaciones de la aduana y se activará el mecanismo de selección automatizado que determinará si debe practicarse el reconocimiento aduanero de las mismas. En caso afirmativo, la autoridad aduanera efectuará el reconocimiento ante quien presente las mercancías (SNICE, s.f.).

El reconocimiento aduanero es la revisión documental y el examen de la mercancía, así como de sus muestras que llevan a cabo las autoridades para reunir los elementos que ayuden a cerciorarse de la veracidad de lo declarado ante la autoridad aduanera, así como del cumplimiento de las disposiciones que regulan la entrada o salida de mercancías del territorio nacional. El reconocimiento aduanero se practica en la aduana por verificadores aduanales (SNICE, s.f.).

Durante el reconocimiento aduanero el verificador podrá solicitar que bajen las mercancías del medio de transporte para revisar sus características físicas a efecto de constatar que la fracción arancelaria declarada en el pedimento sea correcta; revisará la documentación anexa al pedimento que fue transmitida de manera



electrónica para constatar que sea congruente y ampare la mercancía que se presenta; verificará que se cumpla con las regulaciones y restricciones no arancelarias correspondientes para que la mercancía puedan importarse y finalmente, comprobará que se hayan pagado de manera correcta las contribuciones aplicables (SNICE, s.f.).

De acuerdo con el Manual de Operación Aduanera, en los casos de mercancías de difícil identificación, el reconocimiento incluirá invariablemente el muestreo de las mismas.

Las muestras se tomarán por triplicado, salvo que esto no sea posible por la naturaleza o por el volumen de las mercancías. Un ejemplar se enviará para su análisis a la Administración Central de Laboratorio y Servicios Científicos de la Administración General de Aduanas, acompañado de copias de la documentación que ampare la mercancía y del acta de muestreo, otro ejemplar quedará bajo custodia de la aduana y el tercero será entregado al Agente o Apoderado Aduanal; estos dos ejemplares deberán ser conservados hasta que se determine lo procedente por la autoridad aduanera.

Si el resultado del dictamen técnico, concluye que el interesado declaró correctamente la clasificación arancelaria en el pedimento, se dará por concluida la operación. Cuando el resultado del dictamen técnico, concluye que la mercancía es diferente a la declarada en el pedimento o que la fracción arancelaria dictaminada no es la declarada en el pedimento, el Administrador de la Aduana tomará las medidas necesarias para que se informe a la Administración Local de Auditoría Fiscal tal situación, para los efectos conducentes (Manual de Operación Aduanera, s.f.).

### **Laboratorio de aduanas**

El Laboratorio de Aduanas se encarga de emitir dictámenes técnicos basados en los análisis químico y físico-químico realizados a muestras de mercancías de comercio exterior, remitidas por las aduanas, a muestras de mercancías enviadas para una consulta sobre clasificación arancelaria y a muestras resultado del ejercicio de facultades de comprobación de la autoridad aduanera, así como determinar su clasificación arancelaria, y proporcionar los servicios de asistencia técnica en el manejo y muestreo de mercancías de difícil identificación (SAT, s.f.). Dicho laboratorio está conformado por diversos departamentos, entre ellos el de Análisis Inorgánicos Especiales, en el que se sugiere la correcta clasificación arancelaria de las mercancías que han sido declaradas dentro de los capítulos 28 y 31 de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación.

En dichos capítulos se clasifican las siguientes mercancías:

**Capítulo 28:** Productos químicos inorgánicos; compuestos inorgánicos u orgánicos de metal precioso, de elementos radiactivos, de metales de las tierras raras o de isótopos. **Capítulo 31:** Abonos, en este capítulo se incluyen abonos de origen animal o vegetal, incluso mezclados entre sí o tratados químicamente; abonos procedentes de la mezcla o del tratamiento químico de productos de origen animal o vegetal, abonos minerales o químicos nitrogenados, abonos minerales o químicos fosfatados, abonos minerales o químicos potásicos, abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros (SNICE, s.f.; SIICEX, s.f.).

A fin de establecer la clasificación arancelaria correcta de las mercancías incluidas en los capítulos 28 y 31 de la L.I.G.I.E, el departamento de Análisis Inorgánicos Especiales lleva a cabo la primera etapa de su análisis fisicoquímico, ésta consiste en realizar el análisis químico cualitativo pertinente dependiendo del tipo de mercancía que se trate.

### **Análisis químico cualitativo**

La química analítica cualitativa trata de identificar a los componentes de una sustancia o mezcla analizada. La identificación que persigue la química analítica cualitativa se logra mediante la observación de las propiedades que exhiben las muestras que se pretende analizar, pudiendo servir cualquier tipo de propiedad característica o fenómeno potencial: aparición de un color o precipitado característico al aplicar una reacción química.

Todos los métodos analíticos se fundamentan en la observación de ciertas propiedades de los grupos químicos que permitan deducir su presencia. Todas las propiedades que pueden ser observadas por algún medio tienen aplicación en el análisis. Sin embargo, la reacción química sigue constituyendo la base en la que se fundamenta la mayoría de los procesos analíticos clásicos (Jimeno *et al.*, 2002).

El objetivo del análisis cualitativo inorgánico es identificar los cationes y aniones presentes en una sustancia de composición desconocida. Los datos conseguidos mediante el análisis cualitativo son imprescindibles para poder elegir posteriormente el método de análisis cuantitativo más apropiado (Ubeda, 2020). Muchos laboratorios químicos cuentan con una impresionante variedad de instrumentos para la identificación de componentes en casi todo tipo de sustancias desconocidas. Sin embargo, el análisis cualitativo clásico (vía húmeda) continúa siendo un método práctico para analizar sustancias desconocidas debido a que a menudo éste proporciona la información necesaria de manera más rápida y es menos costoso que los métodos instrumentales (Metz, 2012).

## Identificación de cationes y aniones

En el laboratorio de **Análisis Inorgánicos Especiales** se identifican de manera rutinaria los siguientes cationes y aniones, entre otros más:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ .

En la tabla 1 se indican los reactivos empleados en las pruebas para su identificación así como las observaciones esperadas para una prueba positiva.

Tabla 1. Pruebas para la identificación de aniones y cationes.

Anión/catión	Reactivos	Prueba positiva	Referencia
$NH_4^+$	Solución de NaOH	Desprendimiento de $NH_3$ , que es detectado por su olor característico.	(Ubeda, 2020).
$NO_3^-$	Solución de $H_2SO_4$ $FeSO_4$	Formación de un anillo café debido a $(FeNO)SO_4$ .	(Metz, 2012)
$SO_4^{2-}$	$HNO_3$ Solución de $BaCl_2$	Aparición de un precipitado blanco ( $BaSO_4$ ).	(Quigg, 2015)
$PO_4^{3-}$	$HNO_3$ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	Se precipita la sal de color amarillo: $(NH_4)_3P(Mo_3O_{10})_4 \cdot 2HNO_3 \cdot H_2O$ .	(Díaz, 2002).
$Cl^-$	$HNO_3$ diluido Solución de $AgNO_3$	Formación de un precipitado blanco ( $AgCl$ )	(Quigg, 2015) (Díaz, 2002).
$CO_3^{2-}$	HCl	Efervescencia debida a la liberación de $CO_2$	(Carr <i>et al.</i> , 2012).

## Ensayo a la flama

El ensayo a la flama sirve para detectar algunos iones metálicos. Es particularmente útil para identificar los iones metálicos del grupo 1 (como sodio y potasio), que de otra manera son muy similares (Curtis *et al.*, 2015)

La energía térmica de la flama ocasiona que los electrones dentro de los átomos se exciten. Cuando éstos regresan a niveles de menor energía emiten luz de frecuencias características y por lo tanto de color característico (Beavon & Jarvis, 2003).

Algunos compuestos metálicos imparten un color característico a la flama de un mechero (Holman & Stone, 2001). Los cloruros de estas sustancias hacen más visible este fenómeno (Getman, 2019). Los cloruros se evaporan más fácilmente y por lo tanto el color de sus flamas es más fuerte que la de compuestos menos volátiles (Curtis *et al.*, 2015).

Así, los compuestos que contienen sodio dan una flama amarilla-naranja mientras que aquellos compuestos que contienen potasio dan una flama lila (violeta) (Holman & Stone, 2001).

### **Análisis químico cuantitativo**

Los métodos analíticos cuantitativos son tradicionalmente clasificados como métodos de análisis químico y métodos de análisis instrumental. Los métodos de análisis químico se basan en las reacciones químicas e incluyen los análisis gravimétricos y volumétricos (Li *et al.*, 2013).

### **Titulaciones**

Una titulación es un método común de análisis químico cuantitativo que es usado para determinar la concentración de un analito (Medwick and Kirschner, 2010 como se citó en Li & Liu, 2018). Debido a que las medidas del volumen desempeñan un papel clave en la titulación, ésta también es conocida como análisis volumétrico. En una titulación, un volumen definido de una solución de concentración conocida de un reactivo llamado valorante reacciona con una solución del analito (Li & Liu, 2018). En una valoración se añaden incrementos de la disolución valorante hasta que la reacción se completa. A partir de la cantidad de valorante gastada se puede calcular la cantidad de analito que había en la muestra (Harris & Navarro, 2007).

La validez de un resultado analítico depende de que se conozca la cantidad de uno de los reactivos usados. La concentración del valorante se conoce si fue preparada disolviendo una cantidad conocida de reactivo puro en un volumen conocido de disolvente. En ese caso el reactivo se llama patrón primario, porque es suficientemente puro para ser pesado y usado directamente. De muchos valorantes usados, como el HCl, no se dispone de un patrón primario. En su lugar, se usa una disolución que tiene aproximadamente la concentración deseada y se valora con un patrón primario. Por este procedimiento, llamado estandarización, se determina la concentración del valorante destinado a un análisis. Se dice entonces que el valorante es una disolución estándar (Harris & Navarro, 2007).

Los principales requisitos de una reacción para que sirva de base a una valoración son que tenga una constante de equilibrio grande y que transcurra rápidamente. Es decir, cada nueva adición de valorante debe consumirse completa y rápidamente por el analito. Las valoraciones más comunes están basadas en reacciones ácido-base, oxidación-reducción, formación de complejos y precipitación (Harris & Navarro, 2007).

Las titulaciones ácido-base dependen de la neutralización de un ácido y una base cuando se mezclan en solución (Li & Liu, 2018). La reacción de neutralización entre un ácido y una base es una de las reacciones más comúnmente explotadas en análisis volumétrico. A partir de las titulaciones ácido-base se puede determinar la cantidad de un ácido o base presente en una solución. En éstas, a medida que el

valorante es añadido el pH de la solución que contiene el analito cambia (McPherson, 2014).

El punto de equivalencia es el punto en el que la cantidad de valorante añadida es exactamente la necesaria para que reaccione estequiométricamente con el analito. El punto de equivalencia es el resultado ideal (teórico) que se busca en una valoración, lo que en realidad medimos es el punto final, indicado por un brusco cambio de una propiedad física de la solución.

Entre los métodos para determinar cuándo ha sido consumido el analito se pueden citar: detectar un cambio brusco de voltaje entre un par de electrodos, observar un cambio de color del indicador y seguimiento de la absorción de la luz (Harris & Navarro, 2007).

El empleo de indicadores para determinar el punto final de una titulación no está exento de limitaciones, incluyendo imprecisión en la detección o errores visuales humanos, por lo que, los métodos instrumentales como potenciometría presentan una mayor precisión. (Chowrasia & Sharma, 2017)

### **Titulaciones potenciométricas**

Las titulaciones potenciométricas involucran la medición del cambio de potencial o pH de una solución tras añadir titulante con la ayuda de electrodos altamente sensibles, un electrodo indicador (indica el potencial o pH) y un electrodo de referencia (su potencial se mantiene constante durante el proceso). Durante un proceso titrimétrico, la adición de titulante a una disolución problema resulta en el cambio en la concentración de iones presentes en dicha disolución y por lo tanto en el potencial o pH. El punto final de la titulación es detectado por un cambio brusco en el potencial. El tipo de electrodo empleado depende del tipo de reacción que se lleve a cabo durante la titulación, así, en una titulación potenciométrica ácido-base se emplea un electrodo de vidrio sensible a los iones  $H^+$  (Chowrasia & Sharma, 2017).

El punto final potenciométrico es ampliamente aplicable y proporciona datos más exactos que el método correspondiente que utiliza indicadores. Es en particular útil para la titulación de soluciones coloreadas o turbias y para detectar la presencia de especies insospechadas en una solución. Pero requiere más tiempo que una titulación que utilice un indicador, a no ser que se utilice un titulador automático (Skoog *et al.*, 2008).

### **Electrodo de referencia**

Los electrodos de referencia son también conocidos como electrodos estándar, tienen un potencial estable y bien definido. Universalmente, a los electrodos de referencia se les asigna un potencial arbitrario de cero a cualquier temperatura. Un electrodo de referencia constituye media celda de reacción y ayuda en la determinación del potencial de la otra media celda de reacción (potencial del

electrodo indicador) durante la titulación. Los electrodos de hidrógeno son los más antiguos y globalmente aceptados como electrodos de referencia, algunas veces también son denominados como electrodos de referencia primarios mientras que los demás electrodos empleados con el mismo fin son conocidos como electrodos de referencia secundarios. Generalmente los electrodos de referencia secundarios se prefieren sobre los primarios debido a su menor costo de mantenimiento, fácil preparación y facilidad de manejo (Chowrasia & Sharma, 2017).

El electrodo de calomel es el más comúnmente utilizado como electrodo de referencia debido a su fácil preparación, tamaño compacto y mantenimiento de un potencial constante durante la titulación (Chowrasia & Sharma, 2017). El electrodo de calomel (electrodo de calomel saturado) está constituido por mercurio en contacto con una solución que está saturada con cloruro de mercurio (I) y que además contiene una concentración conocida de cloruro de potasio (McPherson *et al.*, 2011).

### **Electrodo indicador**

Como su nombre sugiere, estos electrodos indican el cambio de potencial o pH en la solución analizada tras la adición de titulante. El potencial del electrodo indicador varía conforme varía la concentración del analito (Chowrasia & Sharma, 2017).

Los electrodos de vidrio fueron los primeros y siguen siendo los electrodos más comúnmente empleados para medir la actividad del ion hidrógeno (pH). Un electrodo para medir pH está constituido por un pequeño bulbo hecho de capas de vidrio hidratadas y no hidratadas, el cual contiene un buffer de ion cloruro. El buffer tiene una concentración conocida de ion hidrógeno. Un electrodo interno, generalmente plata-cloruro de plata, funciona como un electrodo de referencia interno mientras que un electrodo de calomel saturado es empleado como un electrodo de referencia externo (McPherson *et al.*, 2011). Los electrodos selectivos de iones, incluido el electrodo para medir pH de vidrio, responden a un ion que interacciona selectivamente con la membrana intercambiadora de iones del electrodo. La diferencia de potencial a través de la membrana depende de la actividad del ion al que es sensible la membrana y que se encuentra en la solución exterior (Harris & Navarro, 2007).

El electrodo de vidrio es, sin duda alguna, el electrodo indicador más importante para medir pH. Es cómodo de usar y tiene menos interferencias que otros electrodos sensibles al ion hidrógeno. Por otra parte, el sistema de electrodo de vidrio/calomelano (electrodo combinado para medir pH) es una herramienta muy versátil para medir el pH en condiciones muy diversas (Skoog *et al.*, 1997).

### **Automatización de las titulaciones potenciométricas**

Diversas compañías fabrican tituladores automáticos. Estos dispositivos están equipados con un depósito de titulante, un despachador de titulante, como una bomba con jeringa y un acomodo de tubos y válvulas para servir volúmenes

medidos de titulante a una velocidad aceptable. El titulador obtiene la información de una sonda de pH u otro sensor para supervisar el avance de la titulación (Skoog *et al.*, 2008). Existen numerosos tituladores automáticos que emplean la detección potenciométrica del punto final. Por lo regular pueden registrar automáticamente la primera o la segunda derivada de la curva de titulación y desplegar la lectura del volumen de punto final (Christian, 2009). Muchos de estos instrumentos son capaces de calcular las concentraciones de analito a partir de datos de concentración del patrón que el mismo usuario introduce (Skoog *et al.*, 2008).

### **Aplicación de la espectroscopía de infrarrojo en la identificación de compuestos inorgánicos**

La espectroscopía de infrarrojo (IR) es ciertamente una de las técnicas analíticas más importantes que se encuentra disponible para los científicos de hoy en día. Una de las grandes ventajas de la espectroscopía de infrarrojo es que prácticamente cualquier muestra en cualquier estado puede ser estudiada a través de ésta (Stuart, 2004).

El uso primario de la espectroscopia de infrarrojo se centra en la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos (Robinson *et al.*, 2004).

Desde el punto de vista de las aplicaciones e instrumentación, la región del infrarrojo se puede dividir en infrarrojo cercano, medio y lejano. Los instrumentos más extendidos y utilizados son aquellos cuyo intervalo de trabajo, en términos de número de onda, se encuentra entre 4000 y 400  $\text{cm}^{-1}$  (Ruiz *et al.*, 2009). Hasta principio de los 80, los espectrómetros de IR eran espectrómetros de rejilla dispersiva, similares en operación al sistema de doble haz para la espectrofotometría de UV-Visible. Estos instrumentos han sido reemplazados casi en su totalidad por espectrómetros FTIR (espectrómetros de infrarrojo con Transformada de Fourier) debido a las ventajas en rapidez, relación señal-ruido y precisión en la determinación de la frecuencia espectral (Robinson *et al.*, 2004).

La aplicación de la espectroscopía de infrarrojo en la identificación de compuestos inorgánicos ha sido de alguna manera menos exitosa que su uso en la identificación de compuestos orgánicos. Muchos compuestos como boruros, nitruros y óxidos no absorben radiación en la región entre 4000 y 600  $\text{cm}^{-1}$ , la cual por muchos años fue la extensión de la región cubierta por la mayoría de los espectrómetros comerciales. La disponibilidad de instrumentos que incluyen la región por debajo de los 600  $\text{cm}^{-1}$  y el desarrollo de instrumentación que cubra el infrarrojo lejano (200 -10  $\text{cm}^{-1}$ ) se ha dado recientemente. Estas son las regiones en las cuales la mayoría de los compuestos inorgánicos absorben radiación infrarroja.

La región que abarca 4000-600  $\text{cm}^{-1}$  ha probado ser muy útil para la identificación de aniones poliatómicos del tipo  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , entre otros. Cuando se dispone de espectros de estándares, un compuesto como  $\text{KNO}_3$  puede ser fácilmente distinguido de  $\text{NaNO}_3$  o  $(\text{CaNO}_3)_2$ , sin embargo, en ausencia del espectro de un

estándar, la identificación específica de un par catión-anión por espectroscopía de infrarrojo usualmente no es posible (Nyquist & Kagel, 2012).

Con el desarrollo de nueva instrumentación y accesorios para la espectroscopía de infrarrojo, la aplicación de esta técnica se ha expandido a diversas áreas, son numerosas las investigaciones que emplean la espectroscopía de infrarrojo para la identificación de compuestos inorgánicos. Así, Vahur *et al.* (2009), emplearon satisfactoriamente la espectroscopía de infrarrojo con Transformada de Fourier-Reflectancia Total Atenuada en el rango de número de onda de  $500\text{-}230\text{ cm}^{-1}$  para la identificación de pigmentos inorgánicos rojos en muestras de pinturas, puesto que es el rango en el que la mayoría de los pigmentos inorgánicos presenta absorciones características y ninguno de los aglutinantes orgánicos comúnmente empleados en las pinturas absorbe en esa región.

Por otra parte, He *et al.* (2019) emplearon la espectroscopía de infrarrojo con Transformada de Fourier para identificar varias sales inorgánicas oxidantes presentes en muestras de explosivos hechos en casa confiscados en una tienda clandestina (incluyendo  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NH}_4^+$ ) como los autores del estudio apuntan, la identificación de estos compuestos inorgánicos es un procedimiento necesario para los investigadores forenses puesto que les provee evidencia criminal.

En un estudio llevado a cabo por Gargouri *et al.* (2010) se empleó la espectroscopía de infrarrojo para la caracterización de fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) puro proveniente de un fertilizante, para ello, obtuvieron espectros de IR del fosfato diamónico antes y después de su recristalización, para finalmente comparar el espectro obtenido después de la recristalización con un espectro obtenido a partir de un estándar. Finalmente Gargouri *et al.* (2011) llevaron a cabo un estudio similar para la caracterización de fosfato diamónico ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) puro a partir de un fertilizante, en el que usaron la espectroscopía de infrarrojo entre otras técnicas para tal propósito.



## **Planteamiento del problema**

En las aduanas de nuestro país diariamente se lleva a cabo el flujo de mercancías para comercio exterior (importación y exportación), algunas de estas mercancías son consideradas de difícil identificación; cuando se presentan estos casos la Ley Aduanera estipula su muestreo para llevar a cabo el análisis fisicoquímico correspondiente en el Laboratorio de Aduanas a fin de recabar los elementos necesarios para su identificación.

La identificación de estas mercancías constituye un paso clave para que las aduanas cumplan con su función de apoyar a la seguridad nacional y a la par se puede asignar la clasificación arancelaria correcta con base en los resultados de los análisis que emite el Laboratorio de Aduanas para cumplir con el propósito de aplicar correctamente la legislación fiscal y aduanera.

En particular, el departamento de Análisis Inorgánicos Especiales, mismo que forma parte del laboratorio de Aduanas, realiza el análisis de aquellas mercancías susceptibles a ser clasificadas dentro de los capítulos 28 y 31 de la Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación.

Debido al tipo de mercancías que se incluyen dentro del capítulo 28, en dicho departamento se realiza el análisis fisicoquímico de ciertos insumos para la salud, así como de algunos fármacos y materias primas.

## **Justificación**

Las aduanas del país desempeñan un papel clave en cuanto a seguridad nacional se refiere, la revisión documental y examinación de las mercancías que son objeto de comercio exterior apoya en las funciones de garantizar la seguridad nacional, salvaguardar la salud pública y el medio ambiente, impidiendo el flujo de mercancías peligrosas o ilegales hacia nuestro territorio (SAT, s.f.). Dentro de este contexto, es de suma importancia la plena identificación de aquellas mercancías, que por sus características, la autoridad aduanera no tiene a priori la certeza de que correspondan con lo declarado por el contribuyente, dichas mercancías son denominadas mercancías de difícil identificación. De acuerdo con el Manual de Operación Aduanera, las mercancías clasificadas dentro de los capítulos 28 y 31 de la Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación son consideradas como mercancías de difícil identificación. Para tener certeza en el proceso que han de seguir las autoridades aduaneras correspondientes, las muestras tomadas por los verificadores son enviadas al Laboratorio de Aduanas, donde se realiza su análisis fisicoquímico y se sugiere con base en los resultados obtenidos la clasificación arancelaria correcta, misma que provee los elementos necesarios para la asignación de los impuestos correspondientes.

Para reunir la información necesaria en la que se sustenta la sugerencia de la fracción arancelaria de las mercancías, un factor determinante es la implementación de la metodología adecuada para el análisis de las muestras, la elección de la metodología está determinada por las características fisicoquímicas de éstas.

## **Objetivos**

**Objetivo general:** Realizar el análisis fisicoquímico de muestras de mercancías de difícil identificación a partir del cual el personal del laboratorio pueda sugerir su correcta clasificación arancelaria dentro de los Capítulos 28 y 31 de la L.I.G.I.E.

### **Objetivos específicos:**

- Describir el aspecto físico de las muestras.
- Determinar el pH de las muestras.
- Realizar el análisis químico cualitativo y/o cuantitativo de las muestras.
- Elaborar un informe final en el que se presenten los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de las muestras asignadas.

En este proyecto se presentará, por cuestiones de confidencialidad, sólo los resultados obtenidos a partir del análisis fisicoquímico de las muestras, mismos que permitirán al personal del laboratorio sugerir su clasificación arancelaria.

## **Metodología**

Previo a su análisis fisicoquímico se realizó la descripción de las características de la muestra (estado físico, color, olor, entre otras).

### **Muestra 1 (declarada como NaOH)**

#### **1. Análisis químico cualitativo**

##### **1.1 Ensayo a la flama**

Se depositó una pequeña cantidad de la muestra en un vidrio de reloj, a ésta se le adicionaron unas gotas de HCl, se empleó una varilla de vidrio para mezclar la muestra y el ácido. Posteriormente se tomó parte de la mezcla con un asa de platino y se expuso a la flama de un mechero durante algunos segundos.

##### **1.2 Prueba para identificar cloruros (Cl<sup>-</sup>)**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra con una espátula acanalada y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó aproximadamente 1.5 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente hasta disolver la muestra. Posteriormente se adicionaron 5 gotas de HNO<sub>3</sub> diluido, la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de AgNO<sub>3</sub>.

##### **1.3 Prueba para identificar carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>)**

Se depositó una pequeña cantidad de la muestra en un vidrio de reloj y a continuación se añadieron unas gotas de HCl sobre ésta.

##### **1.4 Prueba para identificar sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra con una espátula acanalada y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó aproximadamente 1.5 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente hasta disolver la muestra. Posteriormente se adicionaron 5 gotas de HNO<sub>3</sub>, la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de BaCl<sub>2</sub>.

#### **2. Medición de pH y titulación potenciométrica**

##### **2.1 Preparación de la muestra**

Se colocó un vaso de precipitados de 150 mL previamente etiquetado con los datos de la muestra en una balanza analítica y se procedió a tarar. A continuación empleando una espátula acanalada se depositaron pequeñas cantidades de la muestra en el vaso de precipitados hasta completar un peso de 0.2548 g. Posteriormente se adicionó agua desionizada hasta un volumen aproximado de 100 mL. A fin de disolver la muestra, se introdujo un agitador magnético y ésta fue puesta en agitación en una parrilla de calentamiento durante 5 minutos.

## **2.2 Medición de pH de la disolución de la muestra**

El pH de la disolución de la muestra preparada como se indicó anteriormente se midió con un pH-metro integrado a un valorador automático. Para ello, se enjuagó el electrodo combinado para medir pH con suficiente agua destilada, el vaso de precipitados que contenía la muestra fue puesto sobre el agitador del valorador automático, posteriormente el electrodo se sumergió en la disolución de la muestra hasta que la membrana de vidrio quedó cubierta. Finalmente la disolución de la muestra fue puesta en agitación y el pH fue medido.

## **2.3 Titulación potenciométrica de la disolución de la muestra**

Se llevó a cabo la titulación potenciométrica de la disolución de la muestra antes preparada en un valorador automático empleando como titulante una disolución estándar de HCl 1.033 N. Antes de comenzar la titulación, el sistema de dosificación del titulante fue purgado, además, previo a la medición del pH, el método de titulación fue seleccionado y los datos de la muestra y del titulante fueron introducidos.

### **Muestra 2 (declarada como KOH)**

#### **1. Análisis químico cualitativo**

##### **1.1 Ensayo a la flama**

Se depositó una pequeña cantidad de la muestra en un vidrio de reloj, a ésta se le adicionaron unas gotas de HCl, se empleó una varilla de vidrio para mezclar la muestra y el ácido. Posteriormente se tomó parte de la mezcla con un asa de platino y se expuso a la flama de un mechero durante algunos segundos mientras se observaba la flama a través de un vidrio azul de cobalto.

##### **1.2 Prueba para identificar cloruros (Cl<sup>-</sup>)**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra con una espátula acanalada y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó aproximadamente 1.5 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente hasta disolver la muestra. Posteriormente se adicionaron 5 gotas de HNO<sub>3</sub> diluido, la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de AgNO<sub>3</sub>.

##### **1.3 Prueba para identificar carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>)**

Se depositó una pequeña cantidad de la muestra en un vidrio de reloj y a continuación se añadieron unas gotas de HCl sobre ésta.

##### **1.4 Prueba para identificar sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra con una espátula acanalada y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó aproximadamente 1.5 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente hasta disolver la muestra.

Posteriormente se adicionaron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$ , la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de  $\text{BaCl}_2$ .

## **2. Medición de pH y titulación potenciométrica**

### **2.1 Preparación de la muestra**

Se colocó un vaso de precipitados de 150 mL previamente etiquetado con los datos de la muestra en una balanza analítica y se procedió a tarar. A continuación empleando una espátula acanalada se depositaron pequeñas cantidades de la muestra en el vaso de precipitados hasta completar un peso de 0.2596 g. Posteriormente se adicionó agua desionizada hasta un volumen aproximado de 100 mL. A fin de disolver la muestra, se introdujo un agitador magnético y ésta fue puesta en agitación en una parrilla de calentamiento durante 5 minutos.

### **2.2 Medición de pH de la disolución de la muestra**

El pH de la disolución de la muestra preparada como se indicó anteriormente se midió con un pH-metro integrado a un valorador automático. Para ello, se enjuagó el electrodo combinado para medir pH con suficiente agua destilada, el vaso de precipitados que contenía la muestra fue puesto sobre el agitador del valorador automático, posteriormente el electrodo se sumergió en la disolución de la muestra hasta que la membrana de vidrio quedó cubierta. Finalmente la disolución de la muestra fue puesta en agitación y el pH fue medido.

### **2.3 Titulación potenciométrica de la disolución de la muestra**

Se llevó a cabo la titulación potenciométrica de la disolución de la muestra antes preparada en un valorador automático empleando como titulante una disolución estándar de  $\text{HCl}$  1.033 N. Antes de comenzar la titulación, el sistema de dosificación del titulante fue purgado, además, previo a la medición del pH, el método de titulación fue seleccionado y los datos de la muestra y del titulante fueron introducidos.

## **Muestra 3 (declarada como H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)**

### **1. Análisis químico cualitativo**

#### **1.1 Prueba para identificar fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

Se empleó una pipeta Pasteur para depositar 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a continuación se agregó agua destilada hasta cubrir una cuarta parte de la capacidad de éste y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se añadieron 5 gotas de HNO<sub>3</sub> y un pequeño volumen de una disolución de molibdato de amonio. Finalmente el tubo se colocó en un vaso de precipitados con agua que se había puesto a calentar previamente en una parrilla eléctrica y se dejó en calentamiento por algunos minutos.

### **2. Medición de pH de la muestra original**

El pH de la muestra original fue medido empleando un pH-metro integrado a un valorador automático. Para ello, se vertió un volumen aproximado de 50 mL de la muestra en un vaso de precipitados de 100 mL, a continuación se introdujo un agitador magnético en el vaso de precipitados que contenía la muestra y se colocó sobre el agitador del titulador automático, el electrodo combinado para medir pH fue enjuagado y sumergido en la disolución hasta que la membrana se cubrió. Finalmente la muestra fue puesta en agitación y el pH fue medido.

### **3. Titulación potenciométrica**

#### **3.1 Preparación de la muestra**

Se colocó un vaso de precipitados de 150 mL previamente etiquetado con los datos de la muestra en una balanza analítica y se procedió a tarar. A continuación empleando una pipeta Pasteur se depositaron gotas de la muestra en el vaso de precipitados hasta completar un peso de 0.2573 g. Posteriormente se adicionó agua desionizada hasta un volumen aproximado de 100 mL. A fin de homogeneizar la muestra, se introdujo un agitador magnético y ésta fue puesta en agitación en una parrilla de calentamiento durante 5 minutos.

#### **3.2 Titulación potenciométrica de la muestra**

Se llevó a cabo la titulación potenciométrica de la muestra antes preparada en un valorador automático empleando como titulante una disolución estándar de NaOH 0.9834 N. El electrodo de vidrio fue enjuagado con suficiente agua destilada, a continuación el vaso de precipitados que contenía la muestra fue colocado en el agitador del valorador automático y el electrodo combinado para medir pH fue sumergido en la muestra hasta que la membrana quedó cubierta. Posteriormente la muestra se puso en agitación y la titulación dio inicio.

Antes de comenzar la titulación, el sistema de dosificación del titulante fue purgado, además, el método de titulación fue seleccionado y los datos de la muestra y del titulante fueron introducidos.

## **Muestra 4 (declarada como $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) y muestra 5 (declarada como $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ )**

### **1. Análisis químico cualitativo**

Debido a la similitud de las muestras según lo declarado en la información técnica que recibió el departamento, el tratamiento y metodología empleada para su análisis fue el mismo para ambas.

Parte de las muestras fue pulverizada en un mortero para su posterior utilización en el análisis fisicoquímico.

#### **1.1 Prueba para amonio ( $\text{NH}_4^+$ )**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó agua destilada (aproximadamente 1.5 mL) y se agitó vigorosamente hasta que la muestra se disolvió por completo. Posteriormente se añadió un pequeño volumen de una disolución de NaOH y se empleó una varilla de vidrio para mezclar la muestra y el ácido. Finalmente se sumergió la varilla de vidrio en el tubo de ensayo, se colocó a una distancia prudente y con la mano se llevaron los vapores hacia la nariz.

#### **1.2 Prueba para nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó agua destilada (aproximadamente 1.5 mL) y se agitó vigorosamente hasta que la muestra se disolvió por completo. Posteriormente se añadió una pequeña cantidad de  $\text{FeSO}_4$  y se agitó hasta su disolución. Finalmente se adicionó lentamente un pequeño volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por las paredes del tubo.

#### **1.3 Prueba para fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Se empleó una microespátula para depositar una pequeña cantidad de la muestra en un tubo de ensayo, a continuación se agregó agua destilada hasta cubrir una cuarta parte de la capacidad de éste y se agitó hasta que la muestra se disolvió. Posteriormente se añadieron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$  y un pequeño volumen de una disolución de molibdato de amonio. Finalmente el tubo se colocó en un vaso de precipitados con agua que se había puesto a calentar previamente en una parrilla eléctrica y se dejó en calentamiento por algunos minutos.

#### **1.4 Prueba para sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Se tomó una pequeña cantidad de la muestra con una microespátula y se depositó en un tubo de ensayo, a continuación se agregó aproximadamente 1.5 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente hasta disolver la muestra. Posteriormente se

adicionaron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$ , la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de  $\text{BaCl}_2$ .

## **2. Medición de pH de una disolución de la muestra**

Se colocó un vaso de precipitados de 100 mL previamente etiquetado con los datos de la muestra en una balanza analítica y se procedió a tarar. A continuación se pesaron 2.487 g y 2.513 g de la muestra para  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  respectivamente. Se agregó agua destilada hasta un volumen de 50 mL, se introdujo un agitador magnético y se puso en agitación en una parrilla de calentamiento durante 5 minutos.

Pasado este tiempo, el vaso de precipitados que contenía la muestra se colocó sobre el agitador del titulador automático, el electrodo combinado para medir pH fue enjuagado y sumergido en la disolución hasta que la membrana se cubrió. Finalmente la muestra fue puesta en agitación y el pH fue medido.

## **3. Análisis instrumental (espectroscopía de infrarrojo)**

Para el análisis instrumental por espectroscopia de infrarrojo se empleó un espectrómetro de infrarrojo con Transformada de Fourier y Reflectancia Total Atenuada.

Se llevó a cabo la limpieza del cristal y de la barra de compresión empleando un trozo de papel previamente humedecido con etanol. Posteriormente se trazó el espectro del ruido de fondo.

Para trazar el espectro de la muestra, se tomó una pequeña cantidad de ésta y se colocó sobre el cristal, a continuación se aplicó presión y se procedió a recoger el espectro.

Los espectros obtenidos fueron cotejados con los espectros de los estándares previamente trazados y almacenados.

### **Muestra 6: declarada como un abono NPK (abono que contiene nitrógeno, fósforo y potasio)**

#### **1. Análisis químico cualitativo**

##### **1.1 Ensayo a la flama**

Se depositaron unas gotas de la muestra en un vidrio de reloj, a continuación se añadieron 5 gotas de  $\text{HCl}$  y se mezcló con una varilla de vidrio. Se tomó parte de la mezcla con un asa de platino y se expuso a la flama de un mechero durante algunos segundos, el color que adquirió la flama fue observado a través de un vidrio azul de cobalto.



### **1.2 Prueba para identificar amonio ( $\text{NH}_4^+$ )**

Se depositaron 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a este volumen se agregó aproximadamente 0.5 mL de agua destilada y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se añadió un pequeño volumen de una disolución de NaOH y se empleó una varilla de vidrio para mezclar la muestra y el ácido. Finalmente se sumergió la varilla de vidrio en el tubo de ensayo, se colocó a una distancia prudente y con la mano se llevaron los vapores hacia la nariz.

### **1.3 Prueba para nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )**

Se depositaron 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a este volumen se agregó aproximadamente 0.5 mL de agua destilada y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se añadió una pequeña cantidad de  $\text{FeSO}_4$  y se agitó hasta su disolución. Finalmente se adicionó lentamente un pequeño volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por las paredes del tubo.

### **1.4 Prueba para fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Se depositaron 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a este volumen se agregó aproximadamente 0.5 mL de agua destilada y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se añadieron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$  y un pequeño volumen de una disolución de molibdato de amonio. Finalmente el tubo se colocó en un vaso de precipitados con agua que se había puesto a calentar previamente en una parrilla eléctrica y se dejó en calentamiento por algunos minutos.

### **1.5 Prueba para cloruros**

Se depositaron 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a este volumen se agregó aproximadamente 0.5 mL de agua destilada y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se adicionaron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$  diluido, la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de  $\text{AgNO}_3$ .

### **1.6 Prueba para sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Se depositaron 6 gotas de la muestra en un tubo de ensayo, a este volumen se agregó aproximadamente 0.5 mL de agua destilada y se agitó a fin de homogeneizar la disolución. Posteriormente se adicionaron 5 gotas de  $\text{HNO}_3$ , la mezcla fue agitada y finalmente se añadieron 6 gotas de una disolución de  $\text{BaCl}_2$ .

## **2. Medición de pH de la muestra original**

El pH de la muestra original fue medido empleando un pH-metro integrado a un valorador automático. Para ello, se vertió un volumen aproximado de 50 mL de la muestra en un vaso de precipitados de 100 mL, a continuación se introdujo un agitador magnético en el vaso de precipitados que contenía la muestra y se colocó sobre el agitador del titulador automático, el electrodo combinado para medir pH fue enjuagado y sumergido en la disolución hasta que la membrana se cubrió. Finalmente la muestra fue puesta en agitación y el pH fue medido.

## Muestra 7 (declarada como abono NPK)

Parte de la muestra fue pulverizada para su posterior utilización en el análisis fisicoquímico.

Como parte del análisis químico cualitativo se realizaron pruebas para identificar nitratos, amonio, cloruros, fosfatos, sulfatos y el ensayo a la flama. La metodología empleada para su análisis fue similar a la que se empleó para el análisis de la muestra 6 (declarada también como un abono NPK), con la adaptación para una muestra sólida, por lo que se usó pequeñas cantidades de la muestra para cada prueba, por otra parte, las cantidades y volúmenes de los reactivos que se adicionaron fueron similares.

La medición del pH de la muestra se llevó a cabo de manera similar a la de las muestras 4 y 5. El peso de la muestra fue de 2.518 g.

### Resultados

#### Muestra 1: declarada como NaOH

**Descripción:** sólido de color blanco en forma de escamas

##### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Ensayo a la flama	Flama amarilla intensa-anaranjada	Positiva para Na <sup>+</sup>
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	Se formó un precipitado blanco.	Positiva
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	Se observó efervescencia tras la adición del ácido.	Positiva
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa

##### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 13.5 (disolución de la muestra empleada para el análisis cuantitativo).

##### 3. Análisis químico cuantitativo (titulación ácido-base potenciométrica).

Titulante	Peso de la muestra	Volumen gastado de titulante	Pureza de la muestra.
HCl 1.033 N	0.2548 g	5.810 mL	94.2%

## Muestra 2: declarada como KOH

**Descripción:** sólido en forma de escamas de color blanco e inodoro

### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Ensayo a la flama	Flama rosa-violeta	Positiva para K <sup>+</sup>
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	Se formó un precipitado blanco.	Positiva
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	Se observó efervescencia tras la adición del ácido.	Positiva
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	Se observó la formación de un precipitado blanco tras la adición de los reactivos.	Positiva

### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 13.2 (disolución de la muestra empleada para el análisis cuantitativo).

### 3. Análisis químico cuantitativo (titulación ácido-base potenciométrica).

Titulante	Peso de la muestra	Volumen gastado de titulante	Pureza de la muestra.
HCl 1.033 N	0.2596 g	3.699 mL	82.6 %

## Muestra 3: Declarada como H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

**Descripción:** líquido transparente, viscoso e inodoro.

### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	observaciones	Resultado de la prueba
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	Se observó un precipitado de color amarillo canario después de algunos minutos de calentamiento.	Positiva

### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 2.4 (muestra original).

### 3. Análisis químico cuantitativo

Titulante	Peso de la muestra	Volumen gastado de titulante	Pureza de la muestra.
NaOH 0.9834 N	0.2573 g	4.482 mL	83.9 %

## Muestra 4: declarada como $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

**Descripción:** gránulos esféricos grisáceos

### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )	Se percibió un olor característico a $\text{NH}_3$ después de mezclar la muestra con la disolución de $\text{NaOH}$ .	Positiva
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	Se observó la formación de un anillo café.	Positiva
Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	Se observó un precipitado de color amarillo canario después de algunos minutos de calentamiento.	Positiva
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa

### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 4.9 para una disolución de la muestra preparada como se indica en la metodología.

### 3. Análisis instrumental (trazado de espectro de infrarrojo).

Se obtuvo un espectro de infrarrojo que muestra bandas características para  $\text{NH}_4^+$  y para  $\text{PO}_4^{3-}$ . Se identificó una banda en  $1410\text{ cm}^{-1}$  y una banda ancha en  $3090\text{ cm}^{-1}$  atribuidas a las vibraciones y estiramientos del  $\text{NH}_4^+$  respectivamente. Asimismo se identificaron bandas en  $558$ ,  $610$ ,  $9020$  y  $1030\text{ cm}^{-1}$  atribuidas a estiramientos del  $\text{PO}_4^{3-}$ .

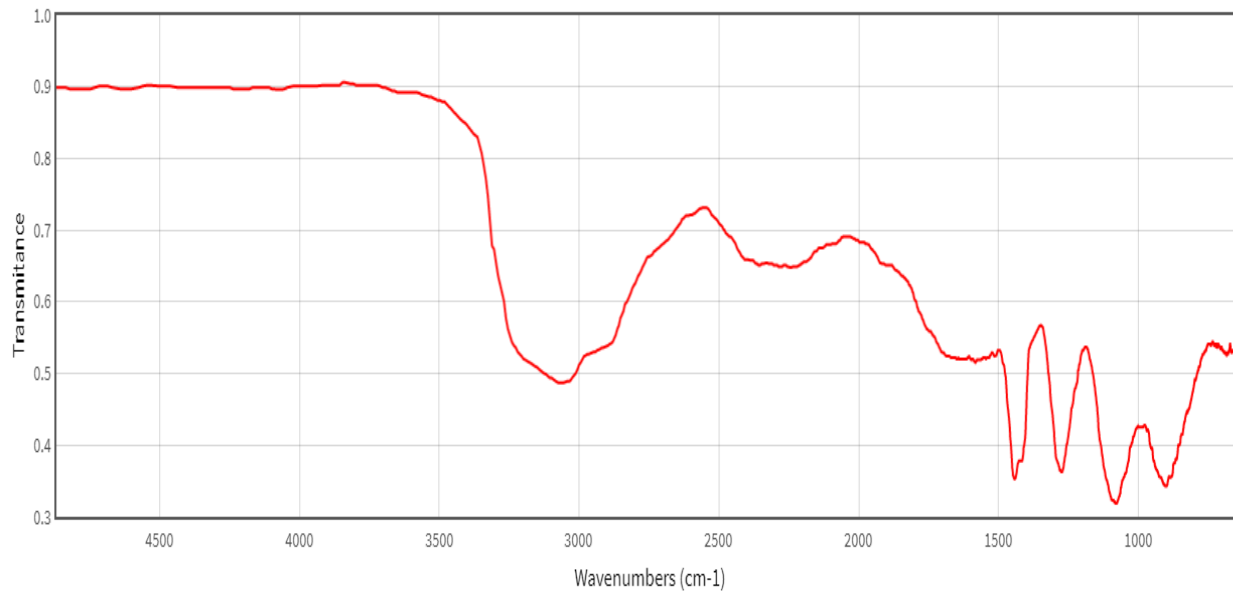
Además de las bandas esperadas para  $\text{NH}_4^+$  y para  $\text{PO}_4^{3-}$ , el espectro mostró bandas en  $815$  y  $1320\text{ cm}^{-1}$  que sugieren la presencia de  $\text{NO}_3^-$  en la muestra.

A partir de la comparación del espectro obtenido y el espectro de infrarrojo del estándar, se confirmó la identidad de la muestra al encontrarse similitud entre ambos.

Por cuestiones de confidencialidad no se pueden mostrar los espectros de infrarrojo de la muestra y del estándar. Sin embargo, en la figura 1 se presenta el espectro de infrarrojo del estándar ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) obtenido de una base de datos, en el que se pueden observar las bandas características para  $\text{NH}_4^+$  y para  $\text{PO}_4^{3-}$ .

**Figura 1**

**Espectro de infrarrojo del fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ )**



Tomado de National Institute of Standards and Technology. COBLENTZ SOCIETY Collection, 2018. Propiedad de U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America.

### Muestra 5: declarada como $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

**Descripción:** Gránulos esféricos grisáceos

#### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )	Se percibió un olor característico a $\text{NH}_3$ después de mezclar la muestra con la disolución de $\text{NaOH}$ .	Positiva
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa
Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	Se observó un precipitado de color amarillo canario después de algunos minutos de calentamiento.	Positiva
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa

#### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 7.4 para una disolución de la muestra preparada como se indica en la metodología.

#### 3. Análisis instrumental (trazado de espectro de infrarrojo).

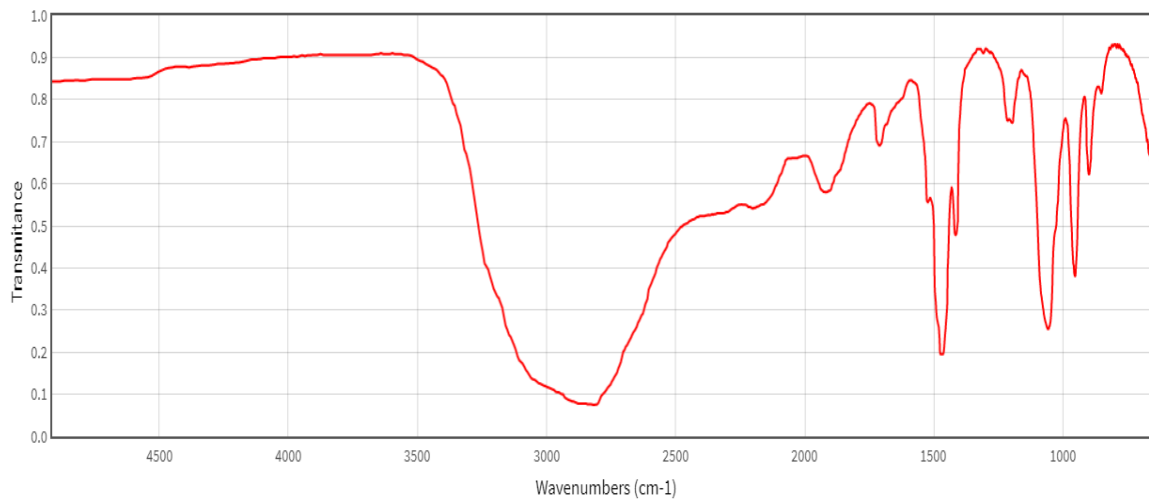
Se obtuvo un espectro de infrarrojo que muestra bandas características para  $\text{NH}_4^+$  y para  $\text{PO}_4^{3-}$ . Se identificó una banda en  $1408 \text{ cm}^{-1}$  y una banda ancha en  $3110 \text{ cm}^{-1}$  atribuidas a las vibraciones y estiramientos del  $\text{NH}_4^+$  respectivamente. Asimismo se identificaron bandas en  $554, 613, 890$  y  $1038 \text{ cm}^{-1}$  atribuidas a estiramientos del  $\text{PO}_4^{3-}$ .

A partir de la comparación del espectro obtenido y el espectro de infrarrojo del estándar, se confirmó la identidad de la muestra al encontrarse similitud entre ambos.

Por cuestiones de confidencialidad no se pueden mostrar los espectros de infrarrojo de la muestra y del estándar. Sin embargo, en la figura 2 se presenta el espectro de infrarrojo del estándar ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) obtenido de una base de datos, en el que se pueden observar las bandas características para  $\text{NH}_4^+$  y para  $\text{PO}_4^{3-}$ .

## Figura 2

### Espectro de infrarrojo del fosfato diamónico $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$



Tomado de National Institute of Standards and Technology. COBLENTZ SOCIETY Collection, 2018. Propiedad de U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America.

## Muestra 6 (declarada como abono NPK)

**Descripción:** líquido amarillento

### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Ensayo a la flama	Flama rosa-violeta	Positiva para K <sup>+</sup>
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Se percibió un olor característico a NH <sub>3</sub> después de mezclar la muestra con la disolución de NaOH.	Positiva
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Se observó la formación de un anillo café.	Positiva
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	Se observó un precipitado de color amarillo canario después de algunos minutos de calentamiento.	Positiva
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	Se observó la formación de un precipitado blanco tras la adición de los reactivos.	Positiva

### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 3.6 (muestra original).

## Muestra 7 (declarada como abono NPK)

### 1. Análisis químico cualitativo

Prueba	Observaciones	Resultado de la prueba
Ensayo a la flama	Flama rosa-violeta	Positiva para K <sup>+</sup>
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Se percibió un olor característico a NH <sub>3</sub> después de mezclar la muestra con la disolución de NaOH.	Positiva
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Se observó la formación de un anillo café.	Positiva
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	Se observó un precipitado de color amarillo canario después de algunos minutos de calentamiento.	Positiva
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	Se formó un precipitado blanco.	Positiva
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	No se observó ningún cambio tras la adición de los reactivos.	Negativa

### 2. Medición de pH

Se obtuvo un pH de 5.8 para la disolución de la muestra preparada como se indicó en la metodología.



## Discusión de los resultados

La determinación de la correcta clasificación arancelaria de las mercancías a partir del análisis fisicoquímico de sus muestras permite establecer tanto las regulaciones arancelarias como las regulaciones y restricciones no arancelarias aplicables. El adecuado cumplimiento de estas regulaciones contribuye a salvaguardar la salud humana y los bienes del país, así como en la preservación del medio ambiente.

Es importante señalar que como parte del análisis cualitativo de algunas muestras que contenían potasio, se llevó a cabo el ensayo a la flama, la mayoría de las sustancias darán de manera transitoria una flama del color característico que imparte el sodio (Discher *et al.*, 1985) esto debido a la presencia de pequeñas trazas de éste, dichas trazas a menudo enmascaran el débil color del potasio en el ensayo a la flama (Hirst, 2001), por lo que se empleó un vidrio azul de cobalto para filtrar la luz emitida por el sodio y así eliminar su interferencia.

Por otro lado, el análisis químico cualitativo reveló también la presencia de ciertos compuestos, aniones y cationes en las muestras de abonos NPK, esto se debe a las materias primas empleadas para su elaboración, las principales fuentes de las que se obtienen los tres macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) son urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato de potasio, fosfato monoamónico, fosfato diamónico, cloruro de potasio y fosfato monopotásico.

Las propiedades fisicoquímicas de las mercancías determinan la metodología empleada para su análisis. En este contexto, existen diversos métodos alternativos o complementarios para el análisis fisicoquímico de las mercancías de difícil identificación pertenecientes al capítulo 31. Así, Gargouri *et al.* (2010) emplearon el método de Kejdahl para determinar el contenido de nitrógeno en un abono de fosfato monoamónico, por su parte, Abrams *et al.* (2014) llevaron a cabo un estudio en el que determinaron el contenido de nitrógeno en diversos fertilizantes empleando también el método de Kejdahl, que es el método aprobado por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) para determinar el contenido de nitrógeno en los fertilizantes. Este método es universalmente aceptado y usado para el análisis de nitrógeno en una amplia variedad de materiales, incluyendo productos de agricultura como los abonos (Sáez-Plaza *et al.*, 2013).

Existen diversos métodos para determinar el contenido de fósforo en los abonos, el método gravimétrico que emplea el reactivo Quimociac (método del fosfomolibdato de quinolina) y el método espectrofotométrico (método del fosfovanadomolibdato) son los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists para determinar fósforo en los fertilizantes (Yang *et al.*, 2002).

Entre las técnicas para la cuantificación del potasio se dispone de la espectrofotometría de absorción atómica, la fotometría de llama y la volumetría (Ruiz *et al.*, 2010).

Ruiz *et al.* (2010) determinaron el contenido de potasio en fertilizantes mediante espectrofotometría de absorción atómica, fotometría de llama y por análisis volumétrico (método del tetrafenilborato de sodio).

Además de los métodos clásicos para la determinación del contenido de fósforo y potasio en los fertilizantes inorgánicos, hoy en día se emplean con mayor frecuencia técnicas analíticas instrumentales para tal propósito.

Yang *et al.* (2002) cuantificaron el fósforo en fertilizantes empleando espectrometría de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente. La mayor ventaja de esta técnica es su habilidad para determinar diversos elementos de manera simultánea en un amplio rango de concentraciones (Yang *et al.*, 2002). Asimismo, Viso & Zachariadis (2018) realizaron la determinación simultánea de fósforo y boro mediante espectrometría de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente, concluyendo que el método desarrollado puede ser aplicado para una examinación rápida durante la producción de los fertilizantes así como en el análisis de productos comerciales.

Bartos *et al.* (2014) llevaron a cabo un estudio en el que determinaron el contenido de fósforo y potasio en fertilizantes inorgánicos comerciales mediante espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente, concluyendo que el método es una opción rápida, precisa y segura de determinar el contenido de fósforo y potasio en estos productos. Los instrumentos de espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente proveen la determinación simultánea de fósforo y potasio, mientras que la mayoría de las metodologías existentes requiere de la determinación por separado de cada uno (Bartos *et al.*, 2014).

Con respecto a la técnica analítica instrumental empleada, cabe resaltar que la Reflectancia Total Atenuada es una de las técnicas de muestreo más populares usadas por los espectroscopistas de infrarrojo debido a que es rápida, no destructiva y no requiere preparación de la muestra (Larkin, 2017).

El análisis rutinario de ciertas mercancías realizado por el departamento de Análisis inorgánicos Especiales hace factible la creación de una base de datos de espectros de infrarrojo de sus estándares para su uso en la identificación de las muestras de dichas mercancías.

## Conclusiones

Se llevó a cabo el análisis fisicoquímico de las muestras de las mercancías asignadas, mismas que fueron declaradas en los Capítulos 28 y 31 de la Ley de Impuestos General de Importación y Exportación. Los resultados obtenidos a partir del análisis fisicoquímico de las muestras de difícil identificación asignadas proveen la información necesaria para su correcta clasificación arancelaria dentro de los Capítulos 28 y 31 de la Ley de Impuestos General de Importación y Exportación.

## Referencias

- Abrams, D., Metcalf, D., & Hojjatie, M. (2014). Determination of Kjeldahl Nitrogen in Fertilizers by AOAC Official MethodSM 978.02: Effect of Copper Sulfate as a Catalyst. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 97(3), 764-767. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.13-299>
- Abrams, D., Metcalf, D., & Hojjatie, M. (2014). Determination of Kjeldahl Nitrogen in Fertilizers by AOAC Official MethodSM 978.02: Effect of Copper Sulfate as a Catalyst. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 97(3), 764-767. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.13-299>
- Bartos, J. M., Boggs, B. L., Falls, J. H., & Siegel, S. A. (2014). Determination of Phosphorus and Potassium in Commercial Inorganic Fertilizers by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry: Single-Laboratory Validation. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 97(3), 687-699. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.12-399>
- Bartos, J. M., Boggs, B. L., Falls, J. H., & Siegel, S. A. (2014). Determination of Phosphorus and Potassium in Commercial Inorganic Fertilizers by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry: Single-Laboratory Validation. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 97(3), 687-699. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.12-399>
- Beavon, R., & Jarvis, A. (2003). *Structure, Bonding & Main Group Chemistry, Revised Edition (Nelson Advanced Science)* (Illustrated ed.). Nelson Thornes. [https://books.google.com.mx/books?id=oZGI7XNfPAAC&printsec=frontcover&dq=Structure,+Bonding+%26+Main+Group+Chemistry,+Revised+Edition+\(Nelson+Advanced+Science\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi1rtfZ4o3vAhUIWqwKHX6oBKqQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=oZGI7XNfPAAC&printsec=frontcover&dq=Structure,+Bonding+%26+Main+Group+Chemistry,+Revised+Edition+(Nelson+Advanced+Science)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi1rtfZ4o3vAhUIWqwKHX6oBKqQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false)
- Beavon, R., & Jarvis, A. (2003). *Structure, Bonding & Main Group Chemistry, Revised Edition (Nelson Advanced Science)* (Illustrated ed.). Nelson Thornes. [https://books.google.com.mx/books?id=oZGI7XNfPAAC&printsec=frontcover&dq=Structure,+Bonding+%26+Main+Group+Chemistry,+Revised+Edition+\(Nelson+Advanced+Science\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi1rtfZ4o3vAhUIWqwKHX6oBKqQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=oZGI7XNfPAAC&printsec=frontcover&dq=Structure,+Bonding+%26+Main+Group+Chemistry,+Revised+Edition+(Nelson+Advanced+Science)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi1rtfZ4o3vAhUIWqwKHX6oBKqQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false)
- Carr, A. W., Nicolaïdès, A., Grivaud, G., Kalopissi-Verti, S., & Kakoulli, I. (2012). *Asinou Across Time*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection. <https://books.google.com.mx/books?id=qvn7ugAACAAJ&dq=Asinou+Across+Time>

[:+Studies+in+the+Architecture+and+Murals+of+the+Panagia+Phorbiotissa.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwih5HS3I\\_vAhVMgK0KHXPDXMQ6AEwAHoECAAQAQg](https://books.google.com.mx/books?id=qvn7ugAACAAJ&dq=Asinou+Across+Time:+Studies+in+the+Architecture+and+Murals+of+the+Panagia+Phorbiotissa.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwih5HS3I_vAhVMgK0KHXPDXMQ6AEwAHoECAAQAQg)

Carr, A. W., Nicolaïdès, A., Grivaud, G., Kalopissi-Verti, S., & Kakoulli, I. (2012). *Asinou Across Time*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection. [https://books.google.com.mx/books?id=qvn7ugAACAAJ&dq=Asinou+Across+Time:+Studies+in+the+Architecture+and+Murals+of+the+Panagia+Phorbiotissa.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwih5HS3I\\_vAhVMgK0KHXPDXMQ6AEwAHoECAAQAQg](https://books.google.com.mx/books?id=qvn7ugAACAAJ&dq=Asinou+Across+Time:+Studies+in+the+Architecture+and+Murals+of+the+Panagia+Phorbiotissa.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwih5HS3I_vAhVMgK0KHXPDXMQ6AEwAHoECAAQAQg)

Chowrasia, D., & Sharma, N. (2017). *Analytical Chemistry A Qualitative & Quantitative approach (General Techniques)* (1.<sup>a</sup> ed.). [https://books.google.com.mx/books?id=o41KDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Analytical+Chemistry+A+Qualitative+%26+Quantitative+approach+\(General+Techniques\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj\\_IN-e5o\\_vAhULQq0KHSIPBoAQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=potentiometry&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=o41KDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Analytical+Chemistry+A+Qualitative+%26+Quantitative+approach+(General+Techniques)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj_IN-e5o_vAhULQq0KHSIPBoAQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=potentiometry&f=false)

Chowrasia, D., & Sharma, N. (2017). *Analytical Chemistry A Qualitative & Quantitative approach (General Techniques)* (1.<sup>a</sup> ed.). [https://books.google.com.mx/books?id=o41KDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Analytical+Chemistry+A+Qualitative+%26+Quantitative+approach+\(General+Techniques\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj\\_IN-e5o\\_vAhULQq0KHSIPBoAQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=potentiometry&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=o41KDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Analytical+Chemistry+A+Qualitative+%26+Quantitative+approach+(General+Techniques)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj_IN-e5o_vAhULQq0KHSIPBoAQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=potentiometry&f=false)

Christian, G. D. (2009). *Química analítica* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education. [https://www.academia.edu/37327304/Quimica\\_Analitica\\_6ta\\_Edicion\\_Gary\\_D\\_Christian](https://www.academia.edu/37327304/Quimica_Analitica_6ta_Edicion_Gary_D_Christian)

Christian, G. D. (2009). *Química analítica* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education. [https://www.academia.edu/37327304/Quimica\\_Analitica\\_6ta\\_Edicion\\_Gary\\_D\\_Christian](https://www.academia.edu/37327304/Quimica_Analitica_6ta_Edicion_Gary_D_Christian)

Curtis, G., Hunt, A., & Hill, G. (2015). *Chemistry*. Hodder Education. <https://books.google.com.mx/books?id=N64ICgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Edexcel+A+Level+Chemistry+Student+Book+1:+Hodder+Education&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjYyX243vAhVEXK0KHUaRCHsQ6AEwAXoECAYQAQg#v=onepage&q=Edexcel%20A%20Level%20Chemistry%20Student%20Book%201%3A%20Hodder%20Education&f=false>

Curtis, G., Hunt, A., & Hill, G. (2015). *Chemistry*. Hodder Education. <https://books.google.com.mx/books?id=N64ICgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Edexcel+A+Level+Chemistry+Student+Book+1:+Hodder+Education&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjYyX243vAhVEXK0KHUaRCHsQ6AEwAXoECAYQAQg#v=onepage&q=Edexcel%20A%20Level%20Chemistry%20Student%20Book%201%3A%20Hodder%20Education&f=false>

Díaz, A. C. (2002). *Fundamentos de química analítica*. Universidad Nacional de Colombia. <https://books.google.co.ve/books?id=E680F3D40nsC&printsec=frontcover#v=onepage&q=qualitative%20analysis&f=false>

- Díaz, A. C. (2002). *Fundamentos de química analítica*. Universidad Nacional de Colombia. <https://books.google.co.ve/books?id=E680F3D40nsC&printsec=frontcover#v=onepage&q=qualitative%20analysis&f=false>
- Discher, C. A., Medwick, T., & Bailey, L. C. (1985). *Modern Inorganic Pharmaceutical Chemistry*. Amsterdam University Press. [https://books.google.com.mx/books?id=mghtAAAAMAAJ&q=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&dq=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi\\_qOTu\\_a3vAhUJF6wKHbc3ArMQ6AEwAHoECAMQAQ](https://books.google.com.mx/books?id=mghtAAAAMAAJ&q=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&dq=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi_qOTu_a3vAhUJF6wKHbc3ArMQ6AEwAHoECAMQAQ)
- Discher, C. A., Medwick, T., & Bailey, L. C. (1985). *Modern Inorganic Pharmaceutical Chemistry*. Amsterdam University Press. [https://books.google.com.mx/books?id=mghtAAAAMAAJ&q=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&dq=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi\\_qOTu\\_a3vAhUJF6wKHbc3ArMQ6AEwAHoECAMQAQ](https://books.google.com.mx/books?id=mghtAAAAMAAJ&q=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&dq=Modern+Inorganic+Pharmaceutical+Chemistry++flame+test&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi_qOTu_a3vAhUJF6wKHbc3ArMQ6AEwAHoECAMQAQ)
- Gargouri, M., Chtara, C., Charrock, P., Nzihou, A., & El Feki, H. (2011). Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Diammonium Phosphate from Industrial Fertilizer. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(11), 6580–6584. <https://doi.org/10.1021/ie102237n>
- Gargouri, M., Chtara, C., Charrock, P., Nzihou, A., & El Feki, H. (2010). Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Monoammonium Phosphate (MAP) from Industrial Fertilizer. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 4(6).
- Gargouri, M., Chtara, C., Charrock, P., Nzihou, A., & El Feki, H. (2011). Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Diammonium Phosphate from Industrial Fertilizer. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(11), 6580–6584. <https://doi.org/10.1021/ie102237n>
- Gargouri, M., Chtara, C., Charrock, P., Nzihou, A., & El Feki, H. (2010). Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Monoammonium Phosphate (MAP) from Industrial Fertilizer. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 4(6).
- Getman, F. H. (2019). *The Elements of Blowpipe Analysis*. Good Press. [https://books.google.com.mx/books?id=d\\_jEDwAAQBAJ&pg=PP1&dq=4064066190286&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiCnIri5I3vAhUSPq0KHXPfBAYQ6AEwAHoECAAQAQ#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=d_jEDwAAQBAJ&pg=PP1&dq=4064066190286&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiCnIri5I3vAhUSPq0KHXPfBAYQ6AEwAHoECAAQAQ#v=onepage&q=flame%20test&f=false)
- Getman, F. H. (2019). *The Elements of Blowpipe Analysis*. Good Press. [https://books.google.com.mx/books?id=d\\_jEDwAAQBAJ&pg=PP1&dq=4064066190286&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiCnIri5I3vAhUSPq0KHXPfBAYQ6AEwAHoECAAQAQ#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=d_jEDwAAQBAJ&pg=PP1&dq=4064066190286&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiCnIri5I3vAhUSPq0KHXPfBAYQ6AEwAHoECAAQAQ#v=onepage&q=flame%20test&f=false)
- Harris, D. C., & Navarro, V. B. (2007). *Análisis químico cuantitativo*. Reverté. <https://books.google.com.mx/books?id=H-8vZYdL70C&printsec=frontcover&dq=An%C3%A1lisis+qu%C3%ADmico+cuantitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi->

[ur6i643vAhVliqwKHX2\\_Am4Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=valoraciones&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=H-8vZYdL70C&printsec=frontcover&dq=An%C3%A1lisis+qu%C3%ADmico+cuantitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-ur6i643vAhVliqwKHX2_Am4Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=valoraciones&f=false)

Harris, D. C., & Navarro, V. B. (2007). *Análisis químico cuantitativo*. Reverté. [https://books.google.com.mx/books?id=H-8vZYdL70C&printsec=frontcover&dq=An%C3%A1lisis+qu%C3%ADmico+cuantitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-ur6i643vAhVliqwKHX2\\_Am4Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=valoraciones&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=H-8vZYdL70C&printsec=frontcover&dq=An%C3%A1lisis+qu%C3%ADmico+cuantitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-ur6i643vAhVliqwKHX2_Am4Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=valoraciones&f=false)

He, N., Ni, Y., Teng, J., Li, H., Yao, L., & Zhao, P. (2019). Identification of inorganic oxidizing salts in homemade explosives using Fourier transform infrared spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 221, 117164. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117164>

He, N., Ni, Y., Teng, J., Li, H., Yao, L., & Zhao, P. (2019). Identification of inorganic oxidizing salts in homemade explosives using Fourier transform infrared spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 221, 117164. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117164>

Hirst, K. (2001). *Modular Science for AQA*. Pearson Education. [https://books.google.com.mx/books?id=Ep1\\_JIBTpUAC&printsec=frontcover&dq=0435571915&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwie58ub\\_K3vAhUqgK0KHZgVCRsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=0435571915&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Ep1_JIBTpUAC&printsec=frontcover&dq=0435571915&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwie58ub_K3vAhUqgK0KHZgVCRsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=0435571915&f=false)

Hirst, K. (2001). *Modular Science for AQA*. Pearson Education. [https://books.google.com.mx/books?id=Ep1\\_JIBTpUAC&printsec=frontcover&dq=0435571915&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwie58ub\\_K3vAhUqgK0KHZgVCRsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=0435571915&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Ep1_JIBTpUAC&printsec=frontcover&dq=0435571915&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwie58ub_K3vAhUqgK0KHZgVCRsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=0435571915&f=false)

Holman, J., & Stone, P. (2001). *Chemistry (Nelson Science)* (2.a ed.). Nelson Thornes. [https://books.google.com.mx/books?id=j9auT6Jd\\_JMC&printsec=frontcover&dq=Chemistry+by+John+Holman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiE5-SW3Y3vAhVQUK0KHdAzDWwQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=j9auT6Jd_JMC&printsec=frontcover&dq=Chemistry+by+John+Holman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiE5-SW3Y3vAhVQUK0KHdAzDWwQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false)

Holman, J., & Stone, P. (2001). *Chemistry (Nelson Science)* (2.a ed.). Nelson Thornes. [https://books.google.com.mx/books?id=j9auT6Jd\\_JMC&printsec=frontcover&dq=Chemistry+by+John+Holman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiE5-SW3Y3vAhVQUK0KHdAzDWwQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=j9auT6Jd_JMC&printsec=frontcover&dq=Chemistry+by+John+Holman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiE5-SW3Y3vAhVQUK0KHdAzDWwQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=flame%20test&f=false)

[http://www.gct.com.tn/fileadmin/user\\_upload/Downloads/publications/13-](http://www.gct.com.tn/fileadmin/user_upload/Downloads/publications/13-)

[Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Monoammonium Phosphate MAP from Industrial Fertilizer.pdf](#)



[http://www.gct.com.tn/fileadmin/user\\_upload/Downloads/publications/13-](http://www.gct.com.tn/fileadmin/user_upload/Downloads/publications/13-)

[Synthesis and Physicochemical Characterization of Pure Monoammonium Phosphate MAP from Industrial Fertilizer.pdf](#)

Jimeno, A. S., Méndez, H. J., Conde, L. F., & Marti, B. F. (2002). *Química analítica cualitativa (Spanish Edition)* (18.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Paraninfo, S.A. <https://books.google.com.mx/books?id=QChYqMIUIL8C&printsec=frontcover&dq=qu%C3%ADmica+analitica+cualitativa&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwintc-F0I3vAhUH5awKHcNrAocQ6AEwAXoECAYQAq#v=onepage&q=qu%C3%ADmica%20analitica%20cualitativa&f=false>

Jimeno, A. S., Méndez, H. J., Conde, L. F., & Marti, B. F. (2002). *Química analítica cualitativa (Spanish Edition)* (18.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Paraninfo, S.A. <https://books.google.com.mx/books?id=QChYqMIUIL8C&printsec=frontcover&dq=qu%C3%ADmica+analitica+cualitativa&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwintc-F0I3vAhUH5awKHcNrAocQ6AEwAXoECAYQAq#v=onepage&q=qu%C3%ADmica%20analitica%20cualitativa&f=false>

Larkin, P. (2017). *Infrared and Raman Spectroscopy* (2.a ed.). Elsevier Gezondheidszorg. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/attenuated-total-reflection>

Larkin, P. (2017). *Infrared and Raman Spectroscopy* (2.a ed.). Elsevier Gezondheidszorg. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/attenuated-total-reflection>

Li, D., & Liu, S. (2018). *Water Quality Monitoring and Management*. Elsevier Gezondheidszorg. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/titration>

Li, D., & Liu, S. (2018). *Water Quality Monitoring and Management*. Elsevier Gezondheidszorg. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/titration>

Li, K., Hefferren, J. J., & Li, K. (2013). *Quantitative Chemical Analysis*. World Scientific. <https://books.google.com.mx/books?id=Stw7DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=editions:HyBrS1PZCNEC&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiSw6j36o3vAhVR4qwKHQAjBicQ6AEwAHoECAAQAq#v=onepage&q&f=false>

Li, K., Hefferren, J. J., & Li, K. (2013). *Quantitative Chemical Analysis*. World Scientific. <https://books.google.com.mx/books?id=Stw7DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=editions:HyBrS1PZCNEC&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiSw6j36o3vAhVR4qwKHQAjBicQ6AEwAHoECAAQAq#v=onepage&q&f=false>

*Manual de Operación Aduanera*. (s. f.). Manuales APTA Comercio Exterior. Recuperado 15 de marzo de 2021, de <http://www.apta.com.mx/ce/manual/moa/seccion1/unidad2/cap15.htm#:~:text=S%C3%ADel%20resultado%20del%20dictamen,entregar%C3%A1%20el%20duplicado%20de%20la>

*Manual de Operación Aduanera.* (s. f.). Manuales APTA Comercio Exterior. Recuperado 15 de marzo de 2021, de <http://www.apta.com.mx/ce/manual/moa/seccion1/unidad2/cap15.htm#:~:text=S%C3%AD%20el%20resultado%20del%20dictamen,entregar%C3%A1%20el%20duplicado%20de%20la>

McPherson, P. (2014). *Practical Volumetric Analysis*. Royal Society of Chemistry. [https://books.google.com.mx/books?id=LeGYBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=1849739145&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiuwpzJ44\\_vAhUFR6wKHW0MA3UQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=acid%20base%20titration&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=LeGYBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=1849739145&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiuwpzJ44_vAhUFR6wKHW0MA3UQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=acid%20base%20titration&f=false)

McPherson, P. (2014). *Practical Volumetric Analysis*. Royal Society of Chemistry. [https://books.google.com.mx/books?id=LeGYBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=1849739145&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiuwpzJ44\\_vAhUFR6wKHW0MA3UQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=acid%20base%20titration&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=LeGYBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=1849739145&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiuwpzJ44_vAhUFR6wKHW0MA3UQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=acid%20base%20titration&f=false)

McPherson, R. A., Henry, J. B., & Pincus, M. R. (2011). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (22.<sup>a</sup> ed.). Elsevier Gezondheidszorg. [https://books.google.com.mx/books?id=-97J-8Zh2hkC&pg=PR4&dq=Henry's+Clinical+Diagnosis+and+Management+by+Laboratory+Methods+22nd+edici%C3%B3n+by+Richard+McPherson+%26+Matthew+R.+Pincus,+2011.+Editorial:+Elsevier+Saunders&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixwv6864\\_vAhUNVa0KHemgDfIQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=calomel%20electrode&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=-97J-8Zh2hkC&pg=PR4&dq=Henry's+Clinical+Diagnosis+and+Management+by+Laboratory+Methods+22nd+edici%C3%B3n+by+Richard+McPherson+%26+Matthew+R.+Pincus,+2011.+Editorial:+Elsevier+Saunders&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixwv6864_vAhUNVa0KHemgDfIQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=calomel%20electrode&f=false)

McPherson, R. A., Henry, J. B., & Pincus, M. R. (2011). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (22.<sup>a</sup> ed.). Elsevier Gezondheidszorg. [https://books.google.com.mx/books?id=-97J-8Zh2hkC&pg=PR4&dq=Henry's+Clinical+Diagnosis+and+Management+by+Laboratory+Methods+22nd+edici%C3%B3n+by+Richard+McPherson+%26+Matthew+R.+Pincus,+2011.+Editorial:+Elsevier+Saunders&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixwv6864\\_vAhUNVa0KHemgDfIQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=calomel%20electrode&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=-97J-8Zh2hkC&pg=PR4&dq=Henry's+Clinical+Diagnosis+and+Management+by+Laboratory+Methods+22nd+edici%C3%B3n+by+Richard+McPherson+%26+Matthew+R.+Pincus,+2011.+Editorial:+Elsevier+Saunders&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixwv6864_vAhUNVa0KHemgDfIQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=calomel%20electrode&f=false)

Metz, C. (2012). *Chemistry: Inorganic Qualitative Analysis in the Laboratory*. Academic Press. <https://books.google.com.mx/books?id=jcMYFhrxi2IC&printsec=frontcover&dq=inorganic+qualitative+analysis+in+the+laboratory&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi93r6w0o3vAhUEKqwKHcjBAgYQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=inorganic%20qualitative%20analysis%20in%20the%20laboratory&f=false>

Metz, C. (2012). *Chemistry: Inorganic Qualitative Analysis in the Laboratory*. Academic Press. <https://books.google.com.mx/books?id=jcMYFhrxi2IC&printsec=frontcover&dq=inorganic+qualitative+analysis+in+the+laboratory&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi93r6w0o3vAhUEKqwKHcjBAgYQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=inorganic%20qualitative%20analysis%20in%20the%20laboratory&f=false>

Nyquist, R. A., & Kagel, R. O. (2012). *Infrared Spectra of Inorganic Compounds*. Academic Press. <https://books.google.com.mx/books?id=RhJg4WCbm0gC&printsec=frontcover&dq>



[=infrared+spectra+of+inorganic+compounds&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvmc\\_M9YrvAhURbawKHeX9AK4Q6AEwA3oECAUQAq#v=onepage&q=infrared%20spectra%20of%20inorganic%20compounds&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=RhJq4WCbm0gC&printsec=frontcover&dq=infrared+spectra+of+inorganic+compounds&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvmc_M9YrvAhURbawKHeX9AK4Q6AEwA3oECAUQAq#v=onepage&q=infrared%20spectra%20of%20inorganic%20compounds&f=false)

Nyquist, R. A., & Kagel, R. O. (2012). *Infrared Spectra of Inorganic Compounds*. Academic Press.

[https://books.google.com.mx/books?id=RhJq4WCbm0gC&printsec=frontcover&dq=infrared+spectra+of+inorganic+compounds&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvmc\\_M9YrvAhURbawKHeX9AK4Q6AEwA3oECAUQAq#v=onepage&q=infrared%20spectra%20of%20inorganic%20compounds&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=RhJq4WCbm0gC&printsec=frontcover&dq=infrared+spectra+of+inorganic+compounds&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvmc_M9YrvAhURbawKHeX9AK4Q6AEwA3oECAUQAq#v=onepage&q=infrared%20spectra%20of%20inorganic%20compounds&f=false)

Portal de Servicios de Aduanas-SAT (s.f.). *Glosario*. Recuperado 06 de Marzo del 2021, de <http://omawww.sat.gob.mx/aduanasPortal/Paginas/index.html#!/glosario>

Portal de Servicios de Aduanas-SAT (s.f.). *Glosario*. Recuperado 06 de Marzo del 2021, de <http://omawww.sat.gob.mx/aduanasPortal/Paginas/index.html#!/glosario>

Quigg, T. (2015). *Aqa a Level Chemistry Studentbook 1 (Aqa a Level Science)* (UK ed.). Hodder Education.

[https://books.google.com.mx/books?id=Gcy\\_CQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Aqa+a+Level+Chemistry+Student+Book+1&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjLIJzQwo\\_vAhVHM6wKHV6MCGgQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=qualitative%20analysis&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Gcy_CQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Aqa+a+Level+Chemistry+Student+Book+1&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjLIJzQwo_vAhVHM6wKHV6MCGgQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=qualitative%20analysis&f=false)

Quigg, T. (2015). *Aqa a Level Chemistry Studentbook 1 (Aqa a Level Science)* (UK ed.). Hodder Education.

[https://books.google.com.mx/books?id=Gcy\\_CQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Aqa+a+Level+Chemistry+Student+Book+1&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjLIJzQwo\\_vAhVHM6wKHV6MCGgQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=qualitative%20analysis&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Gcy_CQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Aqa+a+Level+Chemistry+Student+Book+1&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjLIJzQwo_vAhVHM6wKHV6MCGgQ6AEwAHoECAIQAg#v=snippet&q=qualitative%20analysis&f=false)

Robinson, J. W., Frame, E. S. M., & li, G. F. M. (2004). *Undergraduate Instrumental Analysis* (6.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.

<https://books.google.com.mx/books?id=6KDwy4SKYpIC&printsec=frontcover&dq=instrumental+analytical+chemistry&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwik08GRsojvAhVBKkKHTXwAQAQ6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=infrared%20spectroscopy&f=false>

Robinson, J. W., Frame, E. S. M., & li, G. F. M. (2004). *Undergraduate Instrumental Analysis* (6.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.

<https://books.google.com.mx/books?id=6KDwy4SKYpIC&printsec=frontcover&dq=instrumental+analytical+chemistry&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwik08GRsojvAhVBKkKHTXwAQAQ6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=infrared%20spectroscopy&f=false>

Ruiz, M., Sosa, F., Carrillo de Cori, C. E., Valls, C. A., Escalona, J. G., Aular, L. M., Castillo, L., Martínez, A., Gamboa, O., Noguera, R., Fernández, S., Navas, M., Arrieche, B., Silva, C., Díaz, T., Arrieche, I., & Figueroa, R. (2011). Comparación de procedimientos para analizar fertilizantes potásicos. *Venesuelos*, 18, 35-43. [https://www.researchgate.net/publication/303921084\\_Comparacion\\_de\\_procedimientos\\_para\\_analizar\\_fertilizantes\\_potasicos](https://www.researchgate.net/publication/303921084_Comparacion_de_procedimientos_para_analizar_fertilizantes_potasicos)

Ruiz, M., Sosa, F., Carrillo de Cori, C. E., Valls, C. A., Escalona, J. G., Aular, L. M., Castillo, L., Martínez, A., Gamboa, O., Noguera, R., Fernández, S., Navas, M., Arrieche, B., Silva, C., Díaz, T., Arrieche, I., & Figueroa, R. (2011). Comparación de procedimientos para analizar fertilizantes potásicos. *Venesuelos*, 18, 35-43. [https://www.researchgate.net/publication/303921084\\_Comparacion\\_de\\_procedimientos\\_para\\_analizar\\_fertilizantes\\_potasicos](https://www.researchgate.net/publication/303921084_Comparacion_de_procedimientos_para_analizar_fertilizantes_potasicos)

Ruiz, S. G., Alonso, I. S., Quintanilla, D. P., & Zarcero, S. M. (2009). *Analisis Instrumental*. Netbiblo. <https://books.google.com.mx/books?id=7kqgf47xB1cC&printsec=frontcover&dq=analisis+instrumental&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjgKC8rYjvAhUSPa0KHQOeAAYQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=espectroscopia%20de%20infrarrojo&f=false>

Ruiz, S. G., Alonso, I. S., Quintanilla, D. P., & Zarcero, S. M. (2009). *Analisis Instrumental*. Netbiblo. <https://books.google.com.mx/books?id=7kqgf47xB1cC&printsec=frontcover&dq=analisis+instrumental&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjgKC8rYjvAhUSPa0KHQOeAAYQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=espectroscopia%20de%20infrarrojo&f=false>

Sáez-Plaza, P., Navas, M. J., Wybraniec, S. ł., Michałowski, T., & Asuero, A. G. (2013). An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part II. Sample Preparation, Working Scale, Instrumental Finish, and Quality Control. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43(4), 224-272. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751787>

Sáez-Plaza, P., Navas, M. J., Wybraniec, S. ł., Michałowski, T., & Asuero, A. G. (2013). An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part II. Sample Preparation, Working Scale, Instrumental Finish, and Quality Control. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43(4), 224-272. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751787>

SAT (s.f.). [Misión del SAT]. Recuperado 15 de Marzo del 2021, de <https://gobierno.com.mx/sat/>

SAT (s.f.). [Misión del SAT]. Recuperado 15 de Marzo del 2021, de <https://gobierno.com.mx/sat/>

SAT (s.f.). *Historia y logros del SAT*. Recuperado 15 de Marzo del 2021, de [http://omawww.sat.gob.mx/CIAT2016/Paginas/historia\\_logros\\_sat.html](http://omawww.sat.gob.mx/CIAT2016/Paginas/historia_logros_sat.html)

SAT (s.f.). *Historia y logros del SAT*. Recuperado 15 de Marzo del 2021, de [http://omawww.sat.gob.mx/CIAT2016/Paginas/historia\\_logros\\_sat.html](http://omawww.sat.gob.mx/CIAT2016/Paginas/historia_logros_sat.html)

SAT. (s.f.). *Manual de operación aduanera*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de <http://omawww.sat.gob.mx/moa/Paginas/124EnvioMuestreoLaboratorioCentralAduanteriorCarga.html>

SAT. (s.f.). *Manual de operación aduanera*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de <http://omawww.sat.gob.mx/moa/Paginas/124EnvioMuestreoLaboratorioCentralAduanteriorCarga.html>

SIICEX (s.f.). *Tarifa de la Ley de Impuestos de Importación y de exportación*. Recuperado de

<http://www.siicexcaaarem.org.mx/bases/tigie2002.nsf/0f7446d66c47838506256b9200692953/c2584bcd70b1304506256b9200696067?OpenDocument>

SIICEX. (s.f.). *El sistema armonizado*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de [http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion\\_sistema.htm](http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion_sistema.htm)

SIICEX. (s.f.). *El sistema armonizado*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de [http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion\\_sistema.htm](http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion_sistema.htm)

SIICEX. (s.f.). *La TIGIE*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de [http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion\\_tarifa.htm](http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion_tarifa.htm)

SIICEX. (s.f.). *La TIGIE*. Recuperado 25 de Febrero del 2020, de [http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion\\_tarifa.htm](http://www.siicex.gob.mx/portalSiicex/actualiza/informacion_tarifa.htm)

Skoog, D. A., Crouch, S. R., Holler, F. J., & Anzures, M. B. (2008). *Principios de análisis instrumental / Principles of Instrumental Analysis*. Cengage Learning. [https://www.academia.edu/37326567/Principios\\_de\\_an%C3%A1lisis\\_instrumental\\_6ta\\_Edici%C3%B3n\\_Douglas\\_A\\_Skoog\\_LIBROSVIRTUAL](https://www.academia.edu/37326567/Principios_de_an%C3%A1lisis_instrumental_6ta_Edici%C3%B3n_Douglas_A_Skoog_LIBROSVIRTUAL)

Skoog, D. A., Crouch, S. R., Holler, F. J., & Anzures, M. B. (2008). *Principios de análisis instrumental / Principles of Instrumental Analysis*. Cengage Learning. [https://www.academia.edu/37326567/Principios\\_de\\_an%C3%A1lisis\\_instrumental\\_6ta\\_Edici%C3%B3n\\_Douglas\\_A\\_Skoog\\_LIBROSVIRTUAL](https://www.academia.edu/37326567/Principios_de_an%C3%A1lisis_instrumental_6ta_Edici%C3%B3n_Douglas_A_Skoog_LIBROSVIRTUAL)

Skoog, D. A., West, D. M., & Holler, F. J. (1997). *Fundamentos de química analítica* (Vol. 2). Reverté. [https://books.google.com.mx/books?id=CU7yWvK1kGQC&pg=PA429&dq=electrodo+combinado+de+vidrio+para+medir+pH&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLyc7R7o\\_vAhUJP60KHcxNB8YQ6AEwBHoECAQQAq#v=onepage&q=electrodo%20combinado%20de%20vidrio%20para%20medir%20pH&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=CU7yWvK1kGQC&pg=PA429&dq=electrodo+combinado+de+vidrio+para+medir+pH&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLyc7R7o_vAhUJP60KHcxNB8YQ6AEwBHoECAQQAq#v=onepage&q=electrodo%20combinado%20de%20vidrio%20para%20medir%20pH&f=false)

Skoog, D. A., West, D. M., & Holler, F. J. (1997). *Fundamentos de química analítica* (Vol. 2). Reverté. [https://books.google.com.mx/books?id=CU7yWvK1kGQC&pg=PA429&dq=electrodo+combinado+de+vidrio+para+medir+pH&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLyc7R7o\\_vAhUJP60KHcxNB8YQ6AEwBHoECAQQAq#v=onepage&q=electrodo%20combinado%20de%20vidrio%20para%20medir%20pH&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=CU7yWvK1kGQC&pg=PA429&dq=electrodo+combinado+de+vidrio+para+medir+pH&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLyc7R7o_vAhUJP60KHcxNB8YQ6AEwBHoECAQQAq#v=onepage&q=electrodo%20combinado%20de%20vidrio%20para%20medir%20pH&f=false)

SNICE. (s.f.). *Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación*. Recuperado 06 de Marzo del 2021, de <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/tarifa.html>

SNICE. (s.f.). *Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación*. Recuperado 06 de Marzo del 2021, de <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/tarifa.html>

SNICE. (s.f.). *Número de Identificación Comercial (NICO)*. Recuperado 16 de Abril del 2021, de <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/nico.ligie.html>

SNICE. (s.f.). *Conoce las regulaciones y restricciones arancelarias y no arancelarias*. Recuperado 16 de Marzo del 2021, de <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/conocelasrayrnasm.html>

SNICE. (s.f.). *Conoce las regulaciones y restricciones arancelarias y no arancelarias*. Recuperado 16 de Marzo del 2021, de <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/conocelasrayrnasm.html>

SNICE. (s.f.). *Proceso de despacho*. <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/procesodespacho.html>

SNICE. (s.f.). *Proceso de despacho*. <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/procesodespacho.html>

Stuart, B. H. (2004). *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications (Analytical Techniques in the Sciences (AnTs) \*)*. Wiley. <https://books.google.com.mx/books?id=xQVog8RrJKcC&printsec=frontcover&dq=INFRARED+SPECTROSCOPY&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTugeryojvAhVQmK0KHatqBzUQ6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=INFRARED%20SPECTROSCOPY&f=false>

Stuart, B. H. (2004). *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications (Analytical Techniques in the Sciences (AnTs) \*)*. Wiley. <https://books.google.com.mx/books?id=xQVog8RrJKcC&printsec=frontcover&dq=INFRARED+SPECTROSCOPY&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTugeryojvAhVQmK0KHatqBzUQ6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=INFRARED%20SPECTROSCOPY&f=false>

Ubeda, F. B. (2020). *Análisis inorgánico cualitativo sistemático* [E-book]. Reverté. <https://books.google.com.mx/books?id=F-0FEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=analisis+inorganico+cualitativo+sistemático&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwipmaKcy43vAhXEmq0KHawGcvsQ6AEwAHoECAyQAQ#v=onepage&q=analisis%20inorganico%20cualitativo%20sistemático&f=false>

Ubeda, F. B. (2020). *Análisis inorgánico cualitativo sistemático* [E-book]. Reverté. <https://books.google.com.mx/books?id=F-0FEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=analisis+inorganico+cualitativo+sistemático&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwipmaKcy43vAhXEmq0KHawGcvsQ6AEwAHoECAyQAQ#v=onepage&q=analisis%20inorganico%20cualitativo%20sistemático&f=false>

Vahur, S., Knuutinen, U., & Leito, I. (2009). ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 500–230cm<sup>-1</sup> for identification of inorganic red pigments. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 73(4), 764–771. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2009.03.027>

Vahur, S., Knuutinen, U., & Leito, I. (2009). ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 500–230cm<sup>-1</sup> for identification of inorganic red pigments. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 73(4), 764–771. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2009.03.027>

Viso, E., & Zachariadis, G. (2018). Method Development of Phosphorus and Boron Determination in Fertilizers by ICP-AES. *Separations*, 5(3), 36. <https://doi.org/10.3390/separations5030036>

Yang, W. M., Boles, R. L., & Mawhinney, T. P. (2002). Determination of Phosphorus in Fertilizers by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 85(6), 1241-1246.  
<https://doi.org/10.1093/jaoac/85.6.1241>